

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού
Περιβάλλοντος

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Εκτίμηση της διαθεσιμότητας λείας για το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*)
σε καλλιέργειες σιτηρών σε τρεις φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου
του 2014



Φοιτήτρια: ΓΕΡΜΑΝΗ ΡΑΦΑΗΛΙΑ

Επιβλέπων: ΣΦΟΥΓΓΑΡΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ, Αν. Καθηγητής

ΒΟΛΟΣ, 2016

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Εκτίμηση της διαθεσιμότητας λείας για το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*)
σε καλλιέργειες σιτηρών σε τρεις φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου
του 2014

Γερμάνη Ραφαηλία

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Σφουγγάρης Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Διαχείρισης Οικοτόπων και
Βιοποικιλότητας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής
Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπων)

Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής Γεωργίας - Οικολογίας Φυτών Μεγάλης
Καλλιέργειας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής
Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

Παπαδόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εντομολογίας, Σχολή
Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

Ας υποθέσουμε πως δεν έχουμε φτάσει
στο μαύρο αδιέξοδο, στην άβυσσο του νου.
Ας υποθέσουμε πως ήρθανε τα δάση
μ' αυτοκρατορικήν εξάρτηση πρωινού
θριάμβου, με πουλιά, με το φως τ' ουρανού,
και με τον ήλιο όπου θα τα διαπεράσει.

Απόσπασμα από το ποίημα του Κ. Καρυωτάκη, από το ποίημα Αισιοδοξία

Για την Δέσποινα και για τον Τάκη που μας άφησε νωρίς...

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αυξημένη ανάγκη για υψηλή παραγωγή τροφής σε συνδυασμό με την επιδίωξη για γρήγορο κέρδος είχε ως αποτέλεσμα την εντατικοποίηση της αγροτικής δραστηριότητας με την ταυτόχρονη αύξηση των αγροχημικών. Με τη σειρά της όμως, η εκτεταμένη εντατικοποίηση του 20ου αιώνα είχε αρνητική επίδραση στη βιοποικιλότητα, ζημιώνοντας κυρίως την πανίδα Αρθροπόδων και την ορνιθοπανίδα της υπαίθρου. Το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*) είναι ένα από τα είδη που πλήγηκε από την καθιέρωση της μονοκαλλιέργειας στο αγροτικό τοπίο. Πρόκειται για ένα μικρόσωμο, εντομοφάγο, αποδημητικό, αρπακτικό πτηνό, το οποίο αναπαράγεται σε πολλές περιοχές της Ευρώπης κατά την εαρινή και θερινή περίοδο, ενώ μεταναστεύει για διαχείμαση στην υποσαχάρια Αφρική. Ο πληθυσμός του είδους έχει υποστεί σοβαρή μείωση τις τελευταίες δεκαετίες γεγονός που το κατατάσσει ως Τρωτό στο Κόκκινο βιβλίο των απειλούμενων σπονδυλόζων της Ελλάδας (2009). Η μείωση αυτή οφείλεται κυρίως στον μετασχηματισμό της γεωργίας, που συνέβαλε στη μείωση των τροφικών αποθεμάτων για το πουλί στα αγροτικά ενδιαίτηματα τροφοληψίας του.

Η παρούσα έρευνα περιλαμβάνει την εκτίμηση της αφθονίας τροφικών αποθεμάτων για το Κιρκινέζι στην καλλιέργεια των σιτηρών κατά τις αναπαραγωγικές περιόδους του πουλιού στην περιοχή της Θεσσαλίας. Η σύγκριση της εδαφικής ζωικής αφθονίας με χρήση παγίδων εδάφους κατέληξε πως το σιτάρι κατά την αναπαραγωγική περίοδο του Κιρκινεζιού παρουσιάζει μεγαλύτερη αφθονία και πλούτο taxa, όσον αφορά τη γενική εδαφοκοινότητά της, όσο και την εδαφική κοινότητα Κολεοπτέρων. Ωστόσο, η καλλιέργεια των σιτηρών εμφανίζει σχετικά μικρότερη ποικιλότητα πανίδας Αρθροπόδων κατά την αναπαραγωγική περίοδο σε σχέση με την προ-αναπαραγωγική περίοδο. Όσον αφορά τον αριθμό των Ορθοπτέρων, τα οποία καταμετρήθηκαν με γραμμικές διαδρομές στα ίδια χωράφια, παρουσίασε σχετική μείωση κατά την αναπαραγωγική περίοδο σε σχέση με αυτόν της προ αναπαραγωγικής περιόδου.

Η αφθονία και η διαθεσιμότητα τροφής για το Κιρκινέζι στην υπό μελέτη καλλιέργεια των σιτηρών, κρίθηκε ικανοποιητική μιας και διατηρεί υψηλούς πληθυσμούς πιθανής λείας για το πουλί. Η πρόσβαση από την άλλη δεν είναι σε όλες

περιόδους ιδανική, αλλά ακόμα στην μέτα-αναπαραγωγική περίοδο, κατά την οποία τα χωράφια είναι θερισμένα, η αφθονία ατόμων φαίνεται να είναι ικανοποιητική.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της πτυχιακής διατριβής μου Αν. Καθηγητή Αθανάσιο Σφουγγάρη, την υποστήριξη και τις υποδείξεις του, καθώς και για την ευκαιρία που μου έδωσε να αποκτήσω καινούργιες εμπειρίες και να ασχοληθώ με το αντικείμενο της βιοποικιλότητας. Ευχαριστώ επίσης τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής μου Καθηγητές Νικόλαο Παπαδόπουλο και Νικόλαο Δαναλάτο, για τη συμμετοχή τους στην αξιολόγηση της εργασίας αυτής. Επιπλέον, οφείλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα με όλη μου την καρδιά τον άνθρωπο που με στήριξε σε όλους τους τομείς, ακαδημαϊκούς και μη, τη μεταδιδάκτορα Δρ. Αλεξάνδρα Σολωμού για την καθοδήγησή της στην παρούσα διατριβή. Και βέβαια, χρωστάω ένα ευχαριστώ στους συνεργάτες Μαρία Μακρή, Κώστα Βλαχόπουλο, Χρήστο Χρηστάκη, και όλα τα παιδιά που βοήθησαν στην κοπιαστική δουλειά του πεδίου και του εργαστηρίου, αλλά και τον κ. Κούτρα για τις υπέροχες φωτογραφίες. Τέλος, ευχαριστώ για όλα τη Δέσποινα, τη Βάσω, τη Μαρία και φυσικά τον άνθρωπό μου.

Η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε στο πλαίσιο Του προγράμματος LIFE+ Φύση: «Διατήρηση και διαχείριση του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) σε τρεις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της Ελλάδας» (LIFE11NAT/GR/001011) υλοποιείται από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σε συνεργασία με την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, την NCC ΕΠΕ, τον Φορέα Διαχείρισης της Περιοχής Οικοανάπτυξης Κάρλας – Μαυροβουνίου – Κεφαλόβρυσου – Βελεστίνου και τον Δήμο Ρήγα Φεραίου, με την οικονομική υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Πίνακας περιεχομένων

1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	3
1.1 Βιοποικιλότητα.....	3
1.2 Αγροοικοσυστήματα	4
1.3 Ο ρόλος της βιοποικιλότητας στη λειτουργία των αγροοικοσυστημάτων.....	4
1.4 Ποικιλότητα ορνιθοπανίδας	7
1.5 Κιρκινέζι (<i>Falco naumanni</i>).....	8
1.5.1 Ταξινόμηση-Μορφολογία	8
1.5.2 Βιολογικός κύκλος.....	9
1.5.3 Πληθυσμός	12
1.5.4 Εξάπλωση στην Ελλάδα	12
1.5.5 Διατροφή	13
1.5.6 Ενδιαίτηματα τροφοληψίας	15
1.6 Σιτηρά – Σιτάρι (<i>Triticum sp.</i>)	16
1.6.1 Σιτηρά και Κιρκινέζι.....	17
1.7 Αρθρόποδα	18
2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	22
3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	23
3.1 Κλίμα-Μετεωρολογικά δεδομένα	24
3.2 Χρήσεις αγροτικής γης.....	26
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	29
4.1 Σύντομη περιγραφή της διαδικασίας.....	29
4.2 Επιλογή των σημείων δειγματοληψίας	29
4.3 Μέθοδοι δειγματοληψίας	31
4.3.1 Παγίδες παρεμβολής.....	31
4.3.2 Τοποθέτηση παγίδων παρεμβολής	32
4.3.3 Οι γραμμικές διαδρομές (line transects) ως μέθοδος εκτίμησης πληθυσμών Ορθοπτέρων.....	34
4.3.4 Καταμετρήσεις Ορθοπτέρων	35
4.4 Εργαστηριακή ανάλυση δειγμάτων.....	35
4.5 Στατιστική επεξεργασία	36

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	42
5.1 Παγίδες παρεμβολής	42
5.1.1 Εκτίμηση αφθονίας και πυκνότητας Κολεοπτέρων με παγίδες παρεμβολής	50
5.1.2 Εκτίμηση ποικιλότητας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής	53
5.2 Εκτίμηση αφθονίας Ορθοπτέρων με Γραμμικές διαδρομές (Line transects).....	54
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	57
6.1 Πυκνότητα και ποικιλότητα Αρθροπόδων	58
6.2 Αξιολόγηση ενδιαιτήματος (σιτάρι) ως προς την διαθεσιμότητα τροφής για το Κιρκινέζι.....	61
6.3 Αφθονία εδαφόβιων Κολεόπτέρων και Ορθόπτέρων σε τρεις φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του είδους	62
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	65
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	67

1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1.1 Βιοποικιλότητα

Υπάρχει μεγαλείο σε αυτή τη θεώρηση της ζωής, με τις ποικίλες δυνάμεις, κατά την οποία αρχικά ο δημιουργός έδωσε ζωή σε λίγες μορφές ή σε μία. Και τη στιγμή που αυτός ο πλανήτης στρέφεται σύμφωνα με τους νόμους της βαρύτητας, φαίνεται πως από ένα τόσο απλό ξεκίνημα αναπτύχθηκαν και εξελίχθηκαν άπειρες μορφές, τόσο όμορφες και τόσο αξιοθαύμαστες (Darwin, 1859, Γραμματικάκη, 2011).

Είναι γεγονός ότι η πολυπλοκότητα του φυσικού περιβάλλοντος και η ποικιλομορφία του έμβιου κόσμου έγινε πόλος έλξης αλλά και πηγή έμπνευσης για πολλούς καλλιτέχνες και επιστήμονες. Ο όρος «βιολογική ποικιλότητα» (ή «βιοποικιλότητα») εμφανίστηκε, με τη σημερινή του έννοια, πριν από τριάντα περίπου χρόνια.

Η βιολογική ποικιλότητα ακόμα και σήμερα δεν είναι μια ξεκαθαρισμένη έννοια, που να μπορεί εύκολα να μετρηθεί, μιας και ανάλογα την οπτική γωνία που θα παρατηρηθεί θα δώσει διαφορετικά συμπεράσματα. Έτσι, τα τελευταία χρόνια που η επίδραση της βιοποικιλότητας στη λειτουργία των οικοσυστημάτων έχει πλέον αποδειχθεί, υπάρχει η τάση να χρησιμοποιείται η λειτουργική ποικιλότητα ως μέτρο υπολογισμού της βιοποικιλότητας (Δημητρακόπουλος, 2010). Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται τα μορφολογικά, φυσιολογικά ή φαινολογικά χαρακτηριστικά των ειδών, σε επίπεδο ατόμου και ο τρόπος που αυτά με τη σειρά τους επηρεάζουν τη λειτουργία του οικοσυστήματος (Γραμματικάκη, 2012).

Τέλος, εφόσον δεν υπάρχει κάποια κοινή μέθοδος εκτίμησης της βιοποικιλότητας, επιλέγεται συνήθως αυτή που αναδεικνύει τις αξίες που έχουν δοθεί ως βασική προτεραιότητα του ερευνητή (χρησιμοποιώντας αντίστοιχους δείκτες).

1.2 Αγροοικοσυστήματα

Τα οικοσυστήματα που χρησιμοποιούνται για την γεωργία και αποτελούνται από πολυκαλλιέργειες, μονοκαλλιέργειες αλλά και αγρο-δασο-ποιμενικά (συνδυασμός δασοκομίας- κτηνοτροφίας), καθώς και καλλιέργειες σε αγρανάπαυση, ονομάζονται αγροοικοσυστήματα (Pimbert, 1999). Τα αγροοικοσυστήματα καταλαμβάνουν σήμερα περί το 40% των χερσαίων εκτάσεων του πλανήτη (Foley *et al.*, 2005). Διαφοροποιούνται από τα φυσικά οικοσυστήματα, μιας και σκοπός τους είναι η παραγωγή αγαθών για την εξυπηρέτηση των ανθρώπινων αναγκών, και χαρακτηρίζονται έτσι από μια σειρά κοινωνικοοικονομικών λειτουργιών.

1.3 Ο ρόλος της βιοποικιλότητας στη λειτουργία των αγροοικοσυστημάτων

Η ποικιλομορφία ενός οικοσυστήματος σε κάθε χρονική στιγμή είναι το αποτέλεσμα μιας δυναμικής διαδικασίας που περιλαμβάνει την ταυτόχρονη εξέλιξη των ειδών που αποτελούν τη βιολογική κοινότητα μέσα στο συγκεκριμένο οικοσύστημα, σε αλληλεπίδραση μεταξύ τους και με το αβιοτικό περιβάλλον (Swift *et al.*, 2004).

Η εκτίμηση της βιοποικιλότητας στα γεωργικά τοπία είναι πόλος έλξης για τους επιστήμονες για διάφορους λόγους που αναφέρονται παρακάτω (Duelli and Obrist, 2003):

- Τη «**διατήρηση**» του οικοσυστήματος. Η διατήρηση ειδών εστιάζεται άλλοτε στα σπάνια και απειλούμενα είδη και άλλοτε στα πιο κοινά είδη.
- Τον «**βιολογικό έλεγχο**» των εχθρών των καλλιεργειών με την άφθονη παρουσία φυσικών εχθρών. Όσο μεγαλύτερος ο αριθμός των αρπακτικών και τα παρασιτοειδών ειδών σε ένα τοπίο, τόσο περισσότερες είναι οι πιθανότητες απορρόφησης ξαφνικών περιβαλλοντικών διαταραχών που προέρχονται από παράσιτα, λόγω της οικολογικής προσαρμοστικότητας που διέπει τα οικοσυστήματα. Σε τέτοιου είδους περιπτώσεις, η

ικανότητα των βιοκοινοτήτων παρουσιάζεται μεγαλύτερη στο να επαναφέρουν τις πυκνότητες των πληθυσμών τους σε κατάσταση ισορροπίας (Pimm, 1991).

- Την «οικολογική προσαρμοστικότητα» (*ecological resilience*) του οικοσυστήματος, δηλαδή τη λειτουργία οικοσυστήματος βασισμένη στην ποικιλομορφία ειδών. Από τη μια πλευρά, το ενδιαφέρον ή και η ανησυχία των οικολόγων εστιάζεται περισσότερο στα είδη που αφθονούν, επειδή ένα είδος στα πρόθυρα της εξάλειψης είναι πιθανό να έχει τη λιγότερο σημαντική οικολογική επιρροή. Από τη άλλη πλευρά, η δυνατότητα του αγροτικού οικοσυστήματος να επιστρέφει σε δυναμική ισορροπία μετά από μια διαταραχή, τονίζεται ιδιαίτερα στην αειφορική ή βιώσιμη γεωργία. Η βιοποικιλότητα μπορεί να θεωρηθεί ως συστατικό ζωτικής σημασίας για τη βιώσιμη ανάπτυξη της γεωργίας (Lovejoy, 1995).

Η βιοποικιλότητα ενός αγροοικοσυστήματος διακρίνεται στη «σχεδιασμένη» (planned) (την οποία καθορίζει ο αγρότης και βασίζεται στη διαχείριση του αγροοικοσυστήματος), και τη «συσχετιζόμενη» (associated) βιοποικιλότητα (η οποία καταλαμβάνει το αγροοικοσύστημα αφού αυτό δημιουργηθεί από τον αγρότη) (Altieri, 1999). Έτσι, η λειτουργία ενός αγροοικοσυστήματος προκύπτει τόσο από την σχεδιασμένη όσο και τη συσχετιζόμενη βιοποικιλότητα, όμως η δεύτερη καθορίζεται, τουλάχιστον σε ένα βαθμό, από την πρώτη (Vandermeer *et al.*, 2002) και η επίδρασή της στη λειτουργία του οικοσυστήματος μπορεί να μην είναι άμεσα ορατή.

Συνεπώς, οι επιλογές που γίνονται σε σχέση με τα καλλιεργούμενα είδη και τη διαχείριση της σοδειάς και της γης, επηρεάζουν τους υπόλοιπους οργανισμούς προκαλώντας αλλαγές στη δομή και το μέγεθος των πληθυσμών τους.

Στην περίπτωση των αγροοικοσυστημάτων, ο γεωργός κατέχει τον σημαντικότερο ρόλο σε αυτή τη διαδικασία, ορίζοντας ποιοί οργανισμοί θα είναι παρόντες, ελέγχοντας το αβιοτικό περιβάλλον και κάνοντας παρεμβάσεις που στοχεύουν στον έλεγχο των πληθυσμών συγκεκριμένων οργανισμών (ζιζάνια, παράσιτα κ.ά.). Έτσι, η ποικιλομορφία ενός αγροοικοσυστήματος δεν εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των ειδών ή γονότυπων, αλλά και από τις σχέσεις μεταξύ τους στο χώρο και το χρόνο.

Ο τύπος και η αφθονία της βιοποικιλότητας ποικίλει ανάλογα με την ηλικία, τη δομή και τη διαχείριση των αγροοικοσυστημάτων και σε γενικές γραμμές εξαρτάται από τα εξής (Γραμματικάκη, 2011) :

- Το είδος της καλλιέργειας/ύπαρξη διαφορετικών καλλιεργειών μέσα στο αγροοικοσύστημα.
- Την προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες (κλίμα, έδαφος κτλ).
- Την ποσότητα και την ποιότητα των εισροών (νερό, λιπάσματα, φυτοφάρμακα).
- Την παρουσία αρνητικών παραγόντων, πχ ρύπανση.
- Την ποικιλότητα της βλάστησης στις γειτονικές περιοχές και το βαθμό στον οποίο το αγροοικοσύστημα είναι απομονωμένο από τη φυσική βλάστηση.
- Την ένταση της διαχείρισης του αγροοικοσυστήματος.

Παρότι δεν υπάρχει γραμμική σχέση εντατικοποίησης της γεωργίας και απώλειας πλούτου ειδών (Burel *et al.*, 1998), η εντατική γεωργία αύξησε την παραγωγικότητα της καλλιεργήσιμης γης, ενώ ταυτόχρονα παρατηρήθηκε μείωση της ποικιλότητας των ειδών, είτε φυτικών είτε ζωικών (Isselstein *et al.*, 1991). Τόσο η εκμηχάνιση μεγάλων εκτάσεων και χρήση βελτιωμένων ποικιλιών, όσο και η χρήση χημικών λιπασμάτων και γεωργικών φαρμάκων οδήγησαν δυστυχώς σε ένα περιβαλλοντικό πλήγμα. Θέτοντας ως στόχο λοιπόν, την αποφυγή μεταβολής ή κατακερματισμού των ενδιαιτημάτων σε επίπεδο τοπίου, θα πρέπει να μελετάται από κοινού η αμφίδρομη σχέση γεωργίας και βιοποικιλότητας σε επίπεδο καλλιεργητικών πρακτικών, αλλά και βαθμού ομοιογένειας τοπίου (Weibull and Östman, 2003; Haines-Young, 2009).

Η εγκατάλειψη πρακτικών όπως σχεδιασμός φυτοφραχτών ή ακαλλιεργήτα περιθώρια στις σύγχρονες καλλιέργειες, ευθύνεται επίσης για τη μείωση του δυναμικού άγριας ζωής στο αγροτικό τοπίο (McLaughlin and Mineau, 1995). Τα γραμμικά, ημι-φυσικά ενδιαιτήματα που εντοπίζονται στα όρια των καλλιεργειών, αποτελούν καταφύγια για την άγρια ζωή (Marshall and Moonen, 2002), διατηρούν υψηλή ποικιλότητα οργανισμών όπως Αρθρόποδα και άλλα ασπόνδυλα (Maudsley, 2000, Meek *et al.*, 2002), ενώ το 63% όλων των ζωικών ειδών των αγροοικοσυστημάτων (εκτός από την εδαφοπανίδα) εξαρτάται από τέτοιες ημι-φυσικές νησίδες μέσα στο αγροτικό τοπίο (Duelli and Obrist, 2003). Με την ύπαρξη των φυτοφραχτών, προωθείται η επιβίωση και η ανάπτυξη διαφόρων ειδών Εντόμων, τα οποία είναι ευεργετικά για τις καλλιέργειες, ως φυσικοί παράγοντες ελέγχου έναντι στους εχθρούς των καλλιεργειών, καθώς επίσης και είδη σημαντικά για τη διατροφή της ορνιθοπανίδας του αγρού (Thomas and Marshall, 1999), ενώ σε αυτά τα

μικροπεριβάλλοντα επιβιώνουν και σπανιότερα φυτικά και ζωικά taxa (Henckel *et al.*, 2015).

1.4 Ποικιλότητα ορνιθοπανίδας

Η διατήρηση της ποικιλότητας των ειδών στη γη αποτελεί ένα από τα μείζονα περιβαλλοντικά ζητήματα της εποχής μας (Ehrich and Wilson, 1991). Τα πουλιά αντιλαμβάνονται και ανταποκρίνονται στις αλλαγές στη δομή των ενδιαιτημάτων και έχει αποδειχθεί ότι είναι καλοί δείκτες της δομής και σύνθεσής τους (Burel *et al.*, 1998). Έχουν υπάρξει ισχυροί συσχετισμοί μεταξύ ειδών πουλιών και συγκεκριμένων χαρακτηριστικών των ενδιαιτημάτων και ειδικά με τη δομή της βλάστησης (Mac Arthur and Mac Arthur, 1961, James, 1971, James and Wamer, 1982).

Τα ανθρωπογενή ενδιαιτήματα παίζουν θεμελιώδη ρόλο στη δυναμική της κοινότητας των πουλιών (Farina, 1989), ενώ με παράλληλη διατήρηση ετερογένειας του αγροτικού τοπίου προσελκύει πλούσια ορνιθοπανίδα, λόγω μωσαϊκού φυτικής κάλυψης και αποθέματος εποχιακών πόρων. Η αφθονία και η ποικιλότητα των πουλιών του αγρού, παρουσιάζουν άμεση θετική συσχέτιση με ακαλλιέργητες νησίδες μέσα στο αγροτικό τοπίο, συνύπαρξη λιβαδιών με ετήσιες καλλιέργειες και ποικιλία τύπων καλλιεργειών (Herzon and O'Hara, 2007).

Οι Donald *et al.* (2001) συνοψίζουν τις απειλές από τη γεωργία στα πουλιά, στηριζόμενοι σε μεγάλο αριθμό μελετών των τελευταίων ετών. Συγκεκριμένα οι απειλές παρουσιάζονται παρακάτω:

- αυξημένη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων που οδηγεί σε ελάττωση της τροφής (εντομοπανίδα, σπόροι) αλλά και άμεση δηλητηρίαση των πουλιών.
- μείωση της ετερογένειας των βιοτόπων, λόγω της αύξησης του μεγέθους των αγροτεμαχίων και της μηχανοποίησης των καλλιεργειών (ομογενοποίηση του αγροτικού τοπίου).
- καταστροφή των φυτοφρακτών, μεγάλων δέντρων, μικρών λιμνών και των άλλων «δομικών στοιχείων του αγροτικού τοπίου» που θεωρούνται μη-παραγωγικοί χώροι.
- αύξηση των εντατικών και μείωση των εκτατικών καλλιεργειών σιτηρών και άλλων ετήσιων καλλιεργειών.

- αλλαγή του χρόνου θερίσματος των σιτηρών (πρώιμες συγκομιδές και με περισσότερες κοπές).
- κάψιμο των υπολειμμάτων των καλλιεργειών (σιτοκαλαμιές), που παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιβίωση των πουλιών παρέχοντας τους τροφή.
- εντατικοποίηση της διαχείρισης ημι-φυσικών οικοσυστημάτων, όπως τα χορτολίβαδα και οι βοσκότοποι, με τη δημιουργία τεχνητών λειμώνων όπου γίνεται εφαρμογή σποράς, λίπανσης και άρδευσης, καθώς και αποξήρανση των υγρολίβαδων.
- αλλαγή παραδοσιακών καλλιεργητικών πρακτικών (αντικατάσταση των σανοδεμάτων από τα σιλό -αποθήκες αγροτικών προϊόντων).
- εγκατάλειψη των παραδοσιακών χρήσεων γης σε αγροτικές περιοχές που έχουν υψηλή βιοποικιλότητα και δάσωση αυτών.

Συνοψίζοντας, η τάση για ολοένα μεγαλύτερη γεωργική παραγωγή, έχει οδηγήσει την αγροτική βιοποικιλότητα σε απότομη πτώση. Η εντατικοποίηση και η εκβιομηχάνιση της γεωργίας, σε συνδυασμό με την αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων αλλά και η ομογενοποίηση του τοπίου πλήττουν άμεσα τους κορυφαίους καταναλωτές των οικοσυστημάτων οι οποίοι είναι οι πιο ευαίσθητοι κρίκοι των τροφικών αλυσίδων της βιοκοινότητας. Έτσι, ανάμεσα στους οργανισμούς που πλήττονται συγκαταλέγονται τα αρπακτικά πτηνά της υπαίθρου (Μακρή, 2015).

1.5 Κιρκινέζι (*Falco naumanni*)

1.5.1 Ταξινόμηση-Μορφολογία

Το Κιρκινέζι (*Falco naumanni* Fleischer, 1818) είναι ένα μικρόσωμο, μεταναστευτικό, αρπακτικό πτηνό που ανήκει στην τάξη Ιερακόμορφα (Falconiformes) και στην οικογένεια Ιερακίδες (Falconidae). Το μήκος του κυμαίνεται στα 28-33cm, με μακριές, μυτερές φτερούγες ανοίγματος 58-72cm (Rodriguez *et al.*, 2010), ενώ το βάρος του είναι 120-140g (Rodriguez *et al.*, 2013). Επιπλέον, ο φυλετικός διμορφισμός που παρουσιάζει είναι έντονος, με το θηλυκό να είναι ελαφρώς μεγαλύτερο από το αρσενικό (Tella *et al.*, 1996b), ενώ το φτέρωμά του είναι καστανοκόκκινο με πολλές, έντονες, σκουρόχρωμες κηλίδες/ραβδώσεις. Το ώριμο αρσενικό Κιρκινέζι παρουσιάζει πιο πολύχρωμο φτέρωμα, έχει ράχη

καστανοκόκκινη, χωρίς κηλίδες ή ραβδώσεις, ενώ το κεφάλι, ο τράχηλος και η ουρά του είναι γκρίζα έως γαλαζωπά. Ενώ, στο τέλος της ουράς υπάρχει και στα δύο φύλα μια σκούρα λωρίδα (Tella *et al.*, 1996a). Τα ανώριμα άτομα μοιάζουν με τα θηλυκά.

1.5.2 Βιολογικός κύκλος

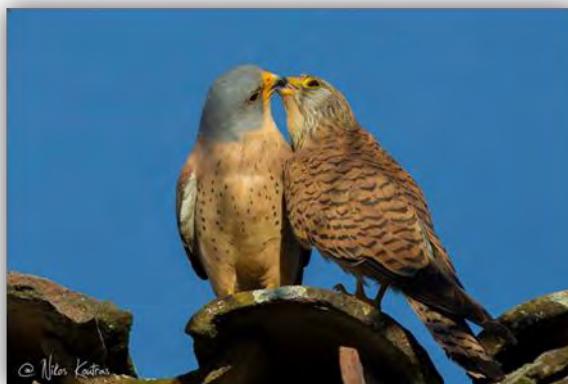
Αντίστοιχα με τα υπόλοιπα πτηνά, υπάρχουν έτσι και για το Κιρκινέζι σαφείς περίοδοι στο βιολογικό τους κύκλο. Τους εαρινούς και καλοκαιρινούς μήνες σχηματίζει αναπαραγωγικές αποικίες στο Βόρειο Ημισφαίριο, ενώ έπειτα μεταναστεύει και διαχειμάζει στην υποσαχάρια Αφρική. Το Κιρκινέζι αναπαράγεται μία φορά το χρόνο στα μέσα της άνοιξης έως τις αρχές καλοκαιριού. Είναι είδος ως επί το πλείστον μονογαμικό, τα ζευγάρια σχηματίζονται στις αρχές της περιόδου αναπαραγωγής και διαρκούν για μία αναπαραγωγική περίοδο. Ο ετήσιος κύκλος για το Κιρκινέζι διακρίνεται σε έξι περιόδους, οι οποίες στην περιοχή της Μεσογείου (Rodriguez and Bustamante, 2003) είναι:

1^η περίοδος: Φεβρουάριος-Μάρτιος: Αφίξεις

Η περίοδος αυτή ξεκινά από τις αρχές Φεβρουαρίου και περιλαμβάνει τις αφίξεις των πουλιών στις αναπαραγωγικές αποικίες και την αρχή των διαδικασιών ερωτοτροπίας ώστε να σχηματιστούν τα ζευγάρια (Negro *et al.*, 1996, Alcaide *et al.*, 2005). Έως και δυο μήνες πριν την αναπαραγωγή, φτάνουν τα πρώτα Κιρκινέζια, τους μήνες αυτούς η τροφή είναι περιορισμένη. Τα πρωτοαφηχθέντα λοιπόν Κιρκινέζια έχουν ήδη αναπαραχθεί κατά την προηγούμενη περίοδο, σε αντίθεση με τα πουλιά που θα αναπαραχθούν για πρώτη φορά που τυπικά φτάνουν αργότερα (Serrano *et al.*, 2003b). Στην αρχή της περιόδου, τα αρσενικά καταλαμβάνουν τις διαθέσιμες φωλιές, ανταγωνίζονται για αυτές και επιδεικνύονται για να προσελκύσουν τα θηλυκά, τα οποία επιλέγουν ανάμεσα στα αρσενικά (Aparicio and Bonal, 2002, Serrano and Tella, 2003a).

2^η περίοδος: Μέσα Απριλίου-Αρχές Μαΐου: Ερωτοτροπία-Ωοτοκία

Στη φάση αυτή, ο σχηματισμός των ζευγαριών παγιώνεται, συνεχίζονται οι διαδικασίες ερωτοτροπίας, και τα θηλυκά ξεκινούν την ωοτοκία, παραμένοντας τον περισσότερο χρόνο στην αποικία. Προκειμένου τα θηλυκά να προχωρήσουν στο στάδιο της ωοτοκίας πρέπει να έχουν



Εικόνα 1.Ερωτοτροπία αρσενικού (αριστερά) και θηλυκού (δεξιά) Κιρκινεζιού (© Nikos Koutras)

εξασφαλίσει επαρκείς ποσότητες τροφής, μιας και είναι γνωστό ότι τα θηλυκά που έχουν τραφεί καλύτερα ωοτοκούν νωρίτερα και περισσότερο (Food Supply Hypothesis) (Aparicio and Bonal, 2002). Το αρσενικό με τη σειρά του, με στόχο να ικανοποιήσει αυτές τις τροφικές απαιτήσεις, 16 μέρες πριν την ωοτοκία ξεκινά την προσφορά θηραμάτων στο θηλυκό, μέχρι το τέλος της ωοτοκίας (Donazar *et al.*, 1992).

3^η περίοδος: Αρχές Μαΐου-Αρχές Ιουνίου: Επώαση αυγών

Ο αριθμός των αυγών που γεννάει το θηλυκό κυμαίνεται συνήθως από δύο έως έξι αυγά, συχνότερα τέσσερα ή πέντε. Τα αυγά εκκολάπτονται ασύγχρονα, με ενδιάμεσα διαστήματα συνήθως δύο ημερών, αλλά και έως πέντε ημέρες. Είναι σημαντικό να αναφερθεί επίσης, πως η επώαση είναι μια διαδικασία που εκτελείται και από τους δυο γονείς.



Εικόνα 2. Επώαση αυγών από θηλυκό Κιρκινέζι σε τεχνητή φωλιά (© Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2015).

4^η περίοδος: Αρχές Ιουνίου-Αρχές Ιουλίου: Ανατροφή νεοσσών

Στο στάδιο αυτό, παρατηρείται η ασύγχρονη εκκόλαψη των νεοσσών που έχει ως αποτέλεσμα, το μικρότερο μέγεθος από τη μια αλλά και την αυξημένη αδυναμία σε περιπτώσεις έλλειψης τροφής από την άλλη, των νεότερων νεοσσών (Aparicio, 1997). Η θρέψη και η φροντίδα παραμένει κοινό μέλημα (Aparicio *et al.*, 2007). Η ανατροφή των νεοσσών διαρκεί περίπου ένα μήνα (28-29 ημέρες). Αφού πτερωθούν και πετάζουν για



Εικόνα 3.Θηλυκό Κικινέζι παρέχει τροφή στο νεοσσό σε τεχνητή φωλιά
(© Nikos Koutras)

πρώτη φορά οι νεοσσοί, παραμένουν στη φωλιά για κάποιο διάστημα, το οποίο αυξάνεται όσο αυξάνεται η ποιότητα των γονέων, οι οποίοι συνεχίζουν να τους παρέχουν τροφή και προστασία (Bustamante and Negro, 1994).

5^η περίοδος: Μέσα Ιουλίου-Τέλη Σεπτεμβρίου: Προ-μεταναστευτική διασπορά

Οι νεοσσοί αφήνουν τις φωλιές λίγες μέρες αφού πτερωθούν, και διασπείρονται σε βόρειες συνήθως κατευθύνσεις αρκετά χιλιόμετρα από τη γενέθλια αποικία (Bustamante and Negro 1994; Olea, 2001), ενώ στο διάστημα αυτό (2 περίπου μήνες) δημιουργούν αποθήκες λίπους και αλλάζουν πτέρωμα πριν από τη φθινοπωρινή μετανάστευση. Έπειτα, επέρχεται η διάλυση των ζευγαριών και των φωλιών, οδηγώντας στον σχηματισμό πολυάριθμων προ-μεταναστευτικών συγκεντρώσεων, από όπου και αναχωρούν για τις θέσεις διαχείμασής τους (Fernandez, 2000). Ένα μεγάλο μέρος του αναπαραγόμενου πληθυσμού (ενήλικα και νεαρά άτομα) συγκεντρώνεται, σχηματίζοντας έτσι τις μετα-αναπαραγωγικές κούρνιες, οι οποίες φαίνεται να αποτελούν σημαντικό παράγοντα στον αναπαραγωγικό κύκλο του Κικινεζιού. Η σημαντικότητά τους οφείλεται στο ότι αποτελούν προ-μεταναστευτικές στάσεις, απαραίτητες για την προετοιμασία της μετανάστευσης και στο ότι προσδίνουν στα πουλιά πλεονεκτήματα όπως χαμηλό κίνδυνο θήρευσης και αυξημένη τροφοληπτική αποτελεσματικότητα (Olea, *et al.*, 2004).

6^η περίοδος: Οκτώβριος-Ιανουάριος: Διαχείριση

Τα Κιρκινέζια ξεχειμωνιάζουν στην υποσαχάρια Αφρική, αφού έχουν ήδη μεταναστεύσει. Κατά τη μετανάστευση, τα Κιρκινέζια πετούν σε μικρές ομάδες ή σε χαλαρά σμήνη περισσότερων ατόμων, σε ύψη μέχρι 2000m. Η μετανάστευση διαρκεί 4-5 ημέρες και τα πουλιά διανύουν 300-850Km/ημέρα και περί τα 2.500Km συνολικά (Catry, *et al.*, 2011). Όταν ο χειμώνας φτάσει στο τέλος του, τα πουλιά συγκεντρώνονται και πραγματοποιούν την εαρινή μετανάστευσή τους προς το βορρά. Τα Κιρκινέζια σχηματίζουν μικρές αποικίες κατά την αναπαραγωγική περίοδο, ενώ συγκεντρώνονται σε μεγάλες κούρνιες (roosts) εκτός αναπαραγωγικής περιόδου (Siegfried and Skead, 1971), οι οποίες φαίνεται να εξυπηρετούν την πληροφόρηση κυρίως σχετικά με την εύρεση τροφής (Ward and Zahavi, 1973).

1.5.3 Πληθυσμός

Ο πληθυσμός του είδους έχει υποστεί σοβαρή μείωση τις τελευταίες δεκαετίες σύμφωνα με τον Biber (1990). Σύμφωνα με την Birdlife International (2012) και τους Iñigo and Baron (2010), ο σημερινός αναπαραγωγικός πληθυσμός στην Ευρώπη υπολογίζεται μεταξύ 25.000-42.000 αναπαραγωγικά ζευγάρια. Εκτιμάται επίσης, ότι από το 1.950 μέχρι και το 1.990 αναπαραγωγικός πληθυσμός μειωνόταν κατά 46% ανά δεκαετία. Ο δυτικός ευρωπαϊκός πληθυσμός την ίδια περίοδο μειώθηκε κατά 95%.

Τον μεγαλύτερο αναπαραγωγικό πληθυσμό του είδους τον συναντάμε στην Ισπανία όπου σύμφωνα με καταμετρήσεις που διεξήχθησαν, υπολογίζεται σε 14.072-14.686 αναπαραγωγικά ζευγάρια (Iñigo and Baron, 2010). Παρ' όλα αυτά, ο μεγαλύτερος αναπαραγωγικός πληθυσμός στη νοτιοανατολική Ευρώπη εντοπίζεται στην Ελλάδα (περισσότερα από 8.000 αναπαραγωγικά ζευγάρια).

1.5.4 Εξάπλωση στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τους Handrinos και Akriotis (1997), το Κιρκινέζι αναπαράγεται κυρίως σε περιοχές που εκτείνονται από τη Θεσσαλία μέχρι και τη νοτιοδυτική

Μακεδονία, ωστόσο εντοπίζονται και κάποιες άλλες στην υπόλοιπη ηπειρωτική Ελλάδα, όπου το είδος εμφανίζεται σποραδικά.

Σε όλο τον ελλαδικό χώρο έχουν καταγραφεί 140 αποικίες και ο συνολικός πληθυσμός του εκτιμάται σε περισσότερα από 8.000 ζευγάρια. Η Θεσσαλία διατηρεί το μεγαλύτερο τμήμα (60-70%) του αναπαραγωγικού πληθυσμού στην Ελλάδα (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Αδημοσ. Δεδομένα). Το υπόλοιπο 30-40% που αναπαράγεται εκτός Θεσσαλίας, εντοπίζεται στους νομούς Αιτωλοακαρνανίας (Roussopoulos and Pergantis, 1994), Ηλείας, Φθιώτιδας, Πέλλας, Κιλκίς, Κοζάνης, Φλωρίνης, Σερρών και Ροδόπης. Επίσης στις πόλεις Ιωάννινα, Γαλαξίδι και Τρίπολη, καθώς και στα νησιά Λήμνος και Λέσβος.

Σύμφωνα με τον Hallman (1995), η συνολική εκτίμηση του αναπαραγωγικού πληθυσμού σε όλη την έκταση του θεσσαλικού κάμπου το 1995 ήταν 2.679 ζεύγη. Σήμερα εκτιμάται στα 3.500-4.000 αναπαρόμενα ζευγάρια (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, αδημοσ. δεδομένα). Κατά την έρευνα πεδίου της συγκεκριμένης μελέτης, ένας σημαντικός αριθμός κερκινεζιών εντοπίστηκε να θηρεύει στην περιοχή της λίμνης Κάρλας, καθώς επίσης και στις λοφώδεις εκτάσεις Δυτικά-Νοτιοδυτικά της πόλης της Λάρισας, όπου καλλιεργούνται κυρίως σιτηρά.

1.5.5 Διατροφή

Ιδιαίτερα αξιοπρόσεκτος είναι ο τρόπος το κυνηγιού των Κερκινεζιών, ο οποίος γίνεται πετώντας (flight hunting), ενώ η λεία συλλαμβάνεται στον αέρα ή το έδαφος. Προκειμένου η σύλληψη της λείας να γίνει στο έδαφος, το πουλί αιωρείται και φτερουγίζει επιτόπου και εφόσον ανιχνεύσει το πιθανό θήραμα, καταδύεται ταχύτατα ώστε να το συλλάβει (Garcia *et al.*, 2006). Τα Αρθρόποδα και πιο συγκεκριμένα τα Έντομα φαίνεται να κυριαρχούν στη διατροφή του Κερκινεζιού, μιας και θεωρείται εντομοφάγο είδος, ενώ παράλληλα μικρά θηλαστικά (ποντίκια, μυγαλές) καθίστανται συμπληρωματικά (Tella *et al.*, 1996c). Οι σημαντικότερες τάξεις Εντόμων με τις οποίες τρέφεται το Κερκινέζι, είναι τα Ορθόπτερα και τα Κολεόπτερα, ενώ δευτερευόντως κυνηγά Δερμάπτερα, Υμενόπτερα (κυρίως της οικογένειας Formicidae), Ισόπτερα (στις περιοχές διαχείμασης), καθώς επίσης και άλλα Αρθρόποδα όπως Χειλόποδα (κυρίως της οικογένειας Scolopendridae) και Γαλεώδη

(Αραχνίδια της τάξης Solifugae, στις περιοχές διαχείμασης) (Negro, 1997a; Rodriguez, *et al.*, 2010).

Βέβαια, οι διατροφικές συνήθειες προσαρμόζονται στη διαθεσιμότητα λείας, ανάλογα με την εκάστοτε περιοχή αλλά και με τη φάση του βιολογικού τους κύκλου. Παλαιότερη μελέτη στη Θεσσαλία, των διατροφικών συνηθειών του Κιρκινεζιού κατά την αναπαραγωγική περίοδο, κατέδειξε σχετική αφθονία Εντόμων 98,3% της διαίτας, εκ των οποίων 56,2% ήταν Ορθόπτερα (κυρίως των οικογενειών Acrididae και Tettigoniidae), 32,3% Κολεόπτερα (κυρίως των οικογενειών Carabidae και Scarabaeidae), καθώς και μικρότερα ποσοστά Formicidae, Δερμαπτέρων και Cicadidae (Sfougaris, *et al.*, 2004).

Ειδικότερα, κατά την φάση της αναπαραγωγής οι ενεργειακές απαιτήσεις του πουλιού είναι ιδιαίτερα αυξημένες (οξύνονται κατά τη διάρκεια της φάσης των νεοσσών) και καθιστούν βέλτιστη τη θήρευση μεγαλύτερων ασπόνδυλων (Rodríguez *et al.*, 2010). Ο Perez-Granados (2010), εξετάζοντας τη διαίτα Κιρκινεζιών για τέσσερις μήνες (Μάρτιο - Ιούνιο) στην κεντρική Ισπανία, βρήκε μεγαλύτερο αριθμό ατόμων Κολεοπτέρων από όλες τις τροφικές κατηγορίες, ενώ λιγότερα ήταν τα Ορθόπτερα. Νωρίς την άνοιξη τα Κολεόπτερα καταλάμβαναν το 92% της διατροφικής αφθονίας, ενώ τους μήνες Μάιο και Ιούνιο τα Ορθόπτερα αυξήθηκαν (22%). Αξιοσημείωτο ωστόσο ήταν, πως κατά την κύρια φάση της αναπαραγωγής τα μικρά Θηλαστικά να μεν βρέθηκαν λίγα σε αριθμό, αλλά με όρους βιομάζας καταλάμβαναν το 50% της διατροφής των πουλιών, αποτελώντας το κύριο θήραμά τους (Perez-Granados, 2010). Η σημαντικότητα των Σπονδυλωτών στη διαίτα του Κιρκινεζιού κατά τις πρώτες εβδομάδες ανατροφής των νεοσσών επιβεβαιώνεται και από τους Rodriguez, *et al.* (2010). Τέλος, η αύξηση των θερμοκρασιών στα τέλη της άνοιξης και στις αρχές του καλοκαιριού συμβάλλουν στην πιο γρήγορη ανάπτυξη των Αρθροπόδων, και έτσι τα μεγαλύτερα άτομα είναι διαθέσιμα αργότερα στη σεζόν. Η μετέπειτα αυτή διαθεσιμότητα των μεγαλύτερων θηραμάτων μπορεί να εξηγήσει γιατί τα Κιρκινέζια δεν ωτοκοούν νωρίτερα του Απριλίου, παρά την έγκαιρη άφιξη τους από τη διαχείμαση στα μέσα Φεβρουαρίου (Rodríguez *et al.*, 2010).

Η διαθεσιμότητα τροφής αποτελεί καθοριστικό παράγοντα ελέγχου κάθε πληθυσμού πουλιών (Korij, 2002) και επηρεάζει σε τέτοιο βαθμό την αναπαραγωγή τους, ώστε τα περισσότερα είδη συγχρονίζουν τον αναπαραγωγικό τους κύκλο με περιόδους κορύφωσης της αφθονίας τροφής (Catry *et al.*, 2012b). Στη Θεσσαλία, η

περίοδος αναπαραγωγής του Κιρκινεζιού συμπίπτει με τους μέγιστους πληθυσμούς λείας του (Sfougaris *et al.*, 2004). Οι βιολογικές απαιτήσεις του Κιρκινεζιού που σχετίζονται με την αφθονία και τη διαθεσιμότητα της τροφής είναι δυνατόν να ποικίλουν σημαντικά κατά τη διάρκεια του χρόνου, ή πιο συγκεκριμένα κατά τις διαφορετικές φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του πουλιού, από τον σχηματισμό των ζευγαριών έως την ανατροφή των νεοσσών (Franco, *et al.*, 2004b).

1.5.6 Ενδιαιτήματα τροφοληψίας

Τα αρπακτικά πουλιά, συνήθως, επιλέγουν τα ενδιαιτήματα με βάση τη διαθεσιμότητα ή/και την προσβασιμότητα των κύριων στοιχείων λείας τους (Franco *et al.*, 2004). Επίσης, στα ενδιαιτήματα τροφοληψίας η λεία θα πρέπει να είναι επιπλέον προσιτή σε αέριους θηρευτές όπως το Κιρκινέζι, από τη δομή της βλάστησης, καθώς πυκνή φυτοκάλυψη προσφέρει καταφύγιο στη λεία, ενώ το ύψος των φυτών παρεμποδίζει τους ελιγμούς του θηρευτή (García *et al.*, 2006). Για τον λόγο αυτό, φαίνεται το Κιρκινέζι να επιλέγει τα τοπία που καλλιεργούνται μη εντατικά με σιτηρά, τα οποία παρέχουν επίσης αγραναπαύσεις, ημι-φυσικούς οικοτόπους (Rodríguez and Wiegand, 2009), βοσκοτόπους και παρυφές των αγρών (García *et al.*, 2006). Ενώ, αποφεύγουν σε όλες τις εποχές και όλο το εύρος εξάπλωσής τους τα ενδιαιτήματα με μόνιμη φυσιογνωμία όπως: δάση, θαμνώνες και όλων των ειδών τις δενδρώδεις καλλιέργειες (Donazar *et al.*, 1993, Bustamante 1997, Tella *et al.*, 1998, Franco *et al.*, 2004b, Rodriguez *et al.*, 2013, Gustin *et al.*, 2014). Η απόρριψη τέτοιων ενδιαιτημάτων γίνεται για λόγους δυσκολίας στην προσβασιμότητα και αναποτελεσματικότητας στο κυνήγι της λείας (Rodriguez *et al.*, 2013). Οι αγραναπαύσεις και βοσκότοποι επιλέγονταν από τα Κιρκινέζια ισχυρά πριν από την εκκόλαψη των νεοσσών (Franco *et al.*, 2004b), ενώ τα ακαλλιέργητα περιθώρια επιλέγονταν για εύρεση και αρπαγή τροφής από τα Κιρκινέζια κατά την μετά-αναπαραγωγική περίοδο (De Frutos *et al.*, 2010) και κατά τη διαχείμαση στην Ισπανία (Tella and Forero, 2000a). Ο Hallman (1995), επισημαίνει ότι το είδος στην Ελλάδα χρησιμοποιεί εκτάσεις όπου κυριαρχεί μωσαϊκό μη εντατικοποιημένων καλλιεργειών σιτηρών και λιβαδιών, μικρής ή μεγάλης έκτασης.

1.6 Σιτηρά – Σιτάρι (*Triticum sp.*)

Ανάλογα με την εποχή σποράς, τα σιτηρά διακρίνονται σε χειμερινά (σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, σίκαλη), που κατάγονται από την εύκρατη ζώνη και σε εαρινά (αραβόσιτος, ρύζι, σόργο, κεχρί), που έχουν τροπική προέλευση και συνεπώς ευδοκιμούν σε θερμότερα κλίματα (Σφήκας, 1987). Τα χειμερινά σιτηρά καταλαμβάνουν περίπου το 80% των καλλιεργούμενων εκτάσεων με σιτηρά, γιατί αξιοποιούν τις μη αρδευόμενες εκτάσεις στις οποίες δεν είναι δυνατόν να καλλιεργηθούν ανοιξιότικες καλλιέργειες, λόγω των περιορισμένων βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η μεγάλη τους σημασία, επίσης, οφείλεται στην ικανότητά τους να αξιοποιούν φτωχές, άγονες και ορεινές εκτάσεις, όπου καμία άλλη καλλιέργεια δεν θα μπορούσε να αποδώσει οικονομικά (Παπακώστα, 2008). Τα σιτηρά καλλιεργούνται σε όλες τις χώρες του κόσμου και έχουν παγκόσμια οικονομική σημασία Πίνακας 1.

Πίνακας 1. Παγκόσμια παραγωγή σιτηρών και σιταριού (σε εκατ. τόνους) για τα έτη 2010-2014.

	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15
Σιτηρά	2257,7	2354,5	2306,6	2521,1	2498,1
Σιτάρι	653,8	702,5	660,3	716,9	707,2

Το σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum*. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται δύο είδη: α) το *Triticum durum* ή σκληρό σιτάρι που χρησιμοποιείται στη μακαρονοποιία και β) το *Triticum aestivum* ή μαλακό σιτάρι που χρησιμοποιείται για την παρασκευή ψωμιού (Παπακώστα, 2008). Το είδος *Triticum durum* αποτελεί το κυρίως καλλιεργούμενο σκληρό σιτάρι. Η καλλιεργούμενη έκταση με σιτάρι στην Ελλάδα, από το 1940 μέχρι σήμερα, διατηρείται σχεδόν στα ίδια επίπεδα (με μικρές διακυμάνσεις), 8-10 εκατομμύρια στρέμματα ετησίως και η μέση απόδοση του σιταριού κυμαίνεται στα 230 kg/στρ (Παπακώστα, 2008).

Όσον αφορά τα δεδομένα της Ελλάδας και συγκεκριμένα της Θεσσαλίας σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ για το έτος 2013 παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα:

Πίνακας 2. Έκταση και παραγωγή σίτου στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (έτος 2013 ΕΛΣΤΑΤ).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ	ΕΚΤΑΣΗ-ΠΟΣΟΤΗΤΑ (στρ.)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (Kg)
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	Σιτάρι μαλακό	211.287	66.393.278
	Σιτάρι σκληρό	1.170.883	395.482.179

Ο βιολογικός κύκλος του φυτού διαιρείται σε πολλά στάδια. Από γεωργικής απόψεως τα στάδια μπορεί να διακριθούν σε: 1) Στάδιο βλάστησης και φυτρώματος του σπόρου 2) Βλαστικό στάδιο (νεαρό φυτό) και 3) Αναπαραγωγικό στάδιο που περιλαμβάνει την καταβολή των ανθέων, την άνθηση, τη γονιμοποίηση και το στάδιο ωρίμανσης των καρπών και των σπόρων (ξεστάχυσμα). Το στάδιο ωρίμανσης καταλήγει στο γήρας και στον θάνατο του φυτού.

Οι καλλιεργητικές τεχνικές των σιτηρών: Το πρώτο όργωμα γίνεται συνήθως μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Μπορεί στη συνέχεια να γίνει ένα ενδιάμεσο όργωμα ή μόνο το όργωμα της σποράς, επίσης δισκοσβάρνισμα αν χρειάζεται, σπανίως κυλίνδρισμα και ακολουθεί η σπορά (Σφήκας, 1987). Η σπορά του σιταριού στην Ελλάδα γίνεται κατά κανόνα τους μήνες Οκτώβριο-Νοέμβριο σε γραμμές, με τη βοήθεια σπαρτικών μηχανών (Παπακώστα, 2008). Ακολουθούν η λίπανση (σαν βασικό απλό αζωτούχο λίπασμα χρησιμοποιείται η θεική αμμωνία, και σαν σύνθετο φωσφόρου και αζώτου διάφοροι τύποι φωσφορικής αμμωνίας), η άρδευση ανάλογα με τις απαιτήσεις των διάφορων σταδίων του βιολογικού κύκλου του φυτού. Τέλος, κατά τον μήνα Ιούνιο, και σε πιο ορεινές περιοχές κατά τον Ιούλιο, γίνεται η συγκομιδή των σιτηρών.

1.6.1 Σιτηρά και Κιρκινέζι

Τα παραδοσιακά καλλιεργούμενα σιτηρά επιλέγονται από το Κιρκινέζι, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξής τους και την εποχή του χρόνου (Ursua *et al.*, 2005), ως ενδαιτήματα υψηλών διατροφικών πόρων, όπως Ορθόπτερα, και ικανοποιητικής

προσβασιμότητας (De Frutos *et al.*, 2010). Τα σιτηρά επιλέγονται από το Κιρκινέζι τόσο πριν όσο και μετά την εκκόλαψη των νεοσσών, όταν πλέον τα χωράφια έχουν θεριστεί και απομένει η καλαμιά (Franco *et al.*, 2004b), κάτι το οποίο δε βρίσκει σύμφωνους άλλους συγγραφείς που θεωρούν πως τα σιτηρά είναι υψηλής ποιότητας τροφοληπτικό ενδιαίτημα έως το θερισμό, ενώ η καλαμιά διατηρεί χαμηλό απόθεμα τροφής για την κρίσιμη περίοδο της ανατροφής των νεοσσών (Catry *et al.*, 2012a). Κατά την περίοδο του θερισμού, τα σιτηρά προσφέρουν μια παροδική έξαρση λείας, κυρίως Ορθοπτέρων, γεγονός που προσελκύει έντονα τα Κιρκινέζια, καθώς μειώνεται ο χρόνος κυνηγιού και αυξάνεται ο ρυθμός πρόσληψης της λείας, ωστόσο ο θερισμός προκαλεί υψηλή θνησιμότητα και διασπορά στα Ορθόπτερα, οπότε η ύφεση αφθονίας λείας οδηγεί τα Κιρκινέζια στην απόρριψη αυτού του εφήμερου ενδιαιτήματος (Catry *et al.*, 2014).

1.7 Αρθρόποδα

Τα αρθρόποδα είναι μια ομάδα οργανισμών, με ζωτική σημασία για τη λειτουργία ενός οικοσυστήματος, τα οποία συμβάλλουν στην ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων (Packham *et al.*, 1992) και στη γονιμοποίηση των φυτών. Η συγκεκριμένη ταξινομική κατηγορία, έχοντας επιβιώσει εδώ και 400εκ. χρόνια, είναι οι πλέον επιτυχημένοι οργανισμοί και μαζί με άλλα ασπόνδυλα αποτελούν περισσότερα από τα $\frac{3}{4}$ της σημερινής βιοποικιλότητας.

Οι συγκεκριμένοι οργανισμοί έχουν οριστεί ως βιοδείκτες και είναι ομάδες ή υποομάδες ζώων οι οποίες μπορούν να δώσουν στοιχεία για την κατάσταση ενός οικοσυστήματος (Petrakis *et al.*, 2011). Επιπλέον, η αξιολόγηση των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο έδαφος και οι αλλαγές του περιβάλλοντος, μπορούν να εκτιμηθούν από τις σχέσεις των εδαφικών αρθροπόδων με το ενδιαίτημά τους, τη διαβίωσή τους στο έδαφος και την υψηλή αφθονία και ποικιλότητά τους (van Straalen, 1996, Speight *et al.*, 2008, Kuria *et al.*, 2010). Τέλος, η δομική βιοποικιλότητα των αγροτικών περιοχών φαίνεται να έχει σχέση με την ποικιλία λειτουργικών ρόλων και τον πλούτο ειδών της εδαφικής πανίδας Αρθροπόδων (Duelli *et al.*, 1999) ενώ η μείωση η μείωση αφθονίας και πλούτου ειδών Αρθροπόδων στα αγρο-οικοσυστήματα σχετίζεται με την ετερογένεια του αγροτικού τοπίου, την

έλλειψη ακαλλιέργητων τμημάτων γης, τη μηχανική κατεργασία και την χρήση αγροχημικών (Woodcock *et al.*, 2005).

Τα Κολεόπτερα είναι κάτοικοι του εδάφους τόσο στα επιφανειακά όσο και στα βαθιά στρώματα του εδάφους, της φυλλοστρωμνής, του χούμου, των φυτών και της σπόμενης ζωικής και φυτικής ουσίας, συνεισφέροντας αρκετά, στα πρώτα στάδια αποικοδόμησης (Richards and Davies, 1977). Πολλά από αυτά θεωρούνται ωφέλιμα μιας και είναι άρπαγες φυτοπαρασίτων οικονομικής σημασίας, όπως κοκκοειδή, αφίδες, ακάρεα κ.ά. Στο σύνολο των οικογενειών τους επικρατούν τα φυτοφάγα είδη (τόσο στα προνυμφικά όσο και στα ενήλικα στάδια ζουν πάνω και μέσα στα φυτά εκμεταλλευόμενα τους φυσικούς χυμούς, τα φύλλα, τη γύρη, τους καρπούς και το ξύλο), δεν λείπουν όμως και τα αποκλειστικά μυκητοφάγα, κοπροφάγα και νεκροφάγα είδη. Σχεδόν κάθε είδος καλλιεργούμενου φυτού προσβάλλεται από ένα ή περισσότερα κολεόπτερα (Harde, 1981, Chinery, 1986, Νούσιας, 2005).

Υπάρχουν σημαντικοί λόγοι για τους οποίους τα εδαφόβια Αρθρόποδα, και κυρίως τα Κολεόπτερα *Carabidae* και *Staphylinidae*, χρησιμοποιούνται συχνότερα για την καταγραφή της πανίδας στις γεωργικές περιοχές, μερικοί από τους οποίους είναι:

- Αρχικά, λόγω της ωφελιμότητάς τους μιας και τα περισσότερα είδη είναι πολυφάγα αρπακτικά άλλων ασπονδύλων (Whitcomb and Bell, 1964, Larochelle, 1990). Ως αρπακτικά ζώα, τα *Carabidae* τείνουν να επιτηρούν το επιφανειακό χώμα και να επιτίθενται σε άλλα επίγεια ασπόνδυλα (Whitcomb and Bell, 1964).
- Η συλλογή των συγκεκριμένων taxa είναι εύκολη με χρήση παγίδων παρεμβολής, επιτρέπουν τυποποιημένη δειγματοληψία και επιδέχονται συγκριτική ερμηνεία. Αρκετά taxa εδαφόβιων Αρθροπόδων είναι ιδιαίτερα επιλεκτικά και περιορίζονται σε ένα συγκεκριμένο ενδιαίτημα (Evans, 1983, Niemelä *et al.*, 1992). Αυτή η επιλεκτικότητα ενδιαίτηματος καθιστά τα *Carabidae* ιδανικούς οικολογικούς δείκτες των αλλαγών εντός των ενδιαιτημάτων τους (Thiele, 1977, Freitag, 1979, Dufrêne *et al.*, 1990, Larsen *et al.*, 1996).
- Οι αρκετά υψηλοί αριθμοί των συγκεκριμένων taxa επιδέχονται ασφαλή στατιστική επεξεργασία.

Τα περισσότερα είδη της οικογένειας *Carabidae* είναι θηρευτές (κυρίως σαρκοφάγα) και θεωρούνται σημαντικά στον έλεγχο παρασίτων στις γεωργικές

καλλιέργειες (Luff, 1989, Andersen, 1992, Veromann *et al.*, 2006). Επίσης, έχουν χρησιμοποιηθεί ως δείκτες για την εκτίμηση των επιπτώσεων της μακροχρόνιας άσκησης της εντατικής γεωργίας (Diereks, 1986, Körner, 1990), καθώς και της απουσίας διαφόρων σχηματισμών βλάστησης στο τοπίο (Purtauf *et al.*, 2005). Η ποικιλότητα των Carabidae διαφοροποιείται από τη ζιζανιοκτονία, η οποία καταστρέφει τις θέσεις διαχείμασής τους και μειώνει τη λεία τους ή τις εναλλακτικές πηγές τροφής τους (Menalled *et al.*, 2007).

Τα Staphylinidae από την άλλη, είναι ενεργά στην επιφάνεια του εδάφους, στα υπολείμματα των φύλλων, μέσα στο χώμα, ενώ κάποια είδη δύνανται να πετούν με αποτέλεσμα τη διασπορά τους μεταξύ φυσικών ενδιαιτημάτων και αγροοικοσυστημάτων (Coombes and Sotherton, 1986). Ο πλούτος και η αφθονία τους ευνοούνται ιδιαίτερα από καλλιέργειες με μειωμένη εδαφική κατεργασία και με λιγότερες εφαρμογές φυτοφαρμάκων με ταυτόχρονη μείωση της ζιζανιοκτονίας από τον αγρότη (Krooss and Schaefer, 1998). Παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς, στην οικογένεια αυτή συμπεριλαμβάνονται αποικοδομητές, φυτοφάγα, παρασιτοφάγα ή αρπακτικά και γι' αυτό κατατάσσονται στα ωφέλιμα έντομα (Potts and Vickerman, 1974).

Τα Ορθόπτερα από την άλλη, αποτελούν εξίσου μια πολυπληθή ταξινομική ομάδα πολλών ενδιαιτημάτων, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στον κύκλο των θρεπτικών στοιχείων των οικοσυστημάτων. Κατέχουν μια ιδιαίτερα σημαντική θέση στις διαδικασίες ανταλλαγής ενέργειας και βιομάζας, μιας και μπορούν να καταναλώσουν τόση ποσότητα τροφής όση και το βάρος τους. Ενώ ταυτόχρονα συντελούν στην γρηγορότερη διάσπαση της κυτταρίνης και άλλων στοιχείων καθώς τεμαχίζουν την φυτική ύλη σε μικρότερα κομμάτια, με τη δυνατότητα να είναι ικανή για αποδόμηση από τη χλωρίδα και πανίδα του εδάφους. Η διάσπαση του υλικού των αποχωρημάτων τους, αλλά και του κομμένου φλοιώματος, έχει ως αποτέλεσμα την άμεση απελευθέρωση χημικών συστατικών στο έδαφος, τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών

Ο πιο σημαντικός ρόλος της συγκεκριμένης Τάξης ίσως να είναι ότι αποτελούν τόσο τροφή για ασπόνδυλα (όπως αράχνες ή αρπακτικά, παρασιτικά έντομα) όσο και σπονδυλωτών ζώων (αρπακτικά πουλιά) (Parr *et al.*, 1997). Για παράδειγμα, οι προνύμφες των Κολεοπτέρων της οικογένειας Meloidae τρέφονται αποκλειστικά με τα ωά των Ορθοπτέρων. Όσο για τα σπονδυλωτά ζώα, ειδικά για τα νεαρά και ταχέως

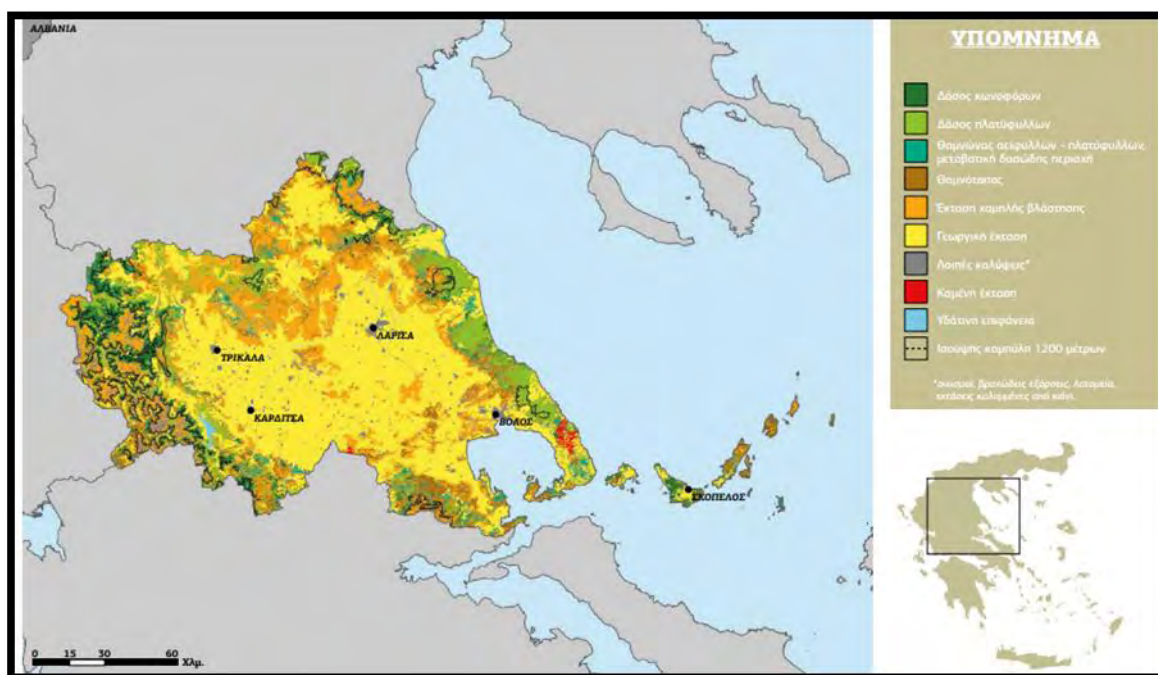
αναπτυσσόμενα ζώα είναι σημαντική τροφή καθώς το σώμα των Ορθοπτέρων είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες και λιπίδια. Για αρκετά πουλιά ειδικά τα ευμεγέθη Ορθόπτερα αποτελούν βασικό συστατικό για τη διατροφή τους και έτσι η επιβίωση και η αναπαραγωγική τους ικανότητα είναι σε άμεση εξάρτηση από την αφθονία αυτών των εντόμων (Αντωνάτος, 2011).

2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε εκτίμηση της διαθέσιμης λείας για το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*), σε αντιπροσωπευτικά αγροτικά οικοσυστήματα της Θεσσαλίας σε τρεις φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του είδους το έτος 2014. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην αξιολόγηση της επάρκειας τροφής κατά τη διάρκεια της κύριας αναπαραγωγικής φάσης, που περιλαμβάνει την ωοτοκία και την ανατροφή των νεοσσών. Τέλος, η διαδικασία εκτίμησης της διαθεσιμότητας τροφής για το Κιρκινέζι δίνει έμμεσα και πληροφορίες για τον πλούτο της θεσσαλικής πεδιάδας σε Αρθρόποδα και μικροθηλαστικά.

3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η παρούσα έρευνα διεξήχθη στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας. Το διαμέρισμα αυτό, εκτείνεται στο ανατολικό τμήμα του ηπειρωτικού κορμού της Ελλάδας σε έκταση 14.036 Km² ενώ αποτελεί το 10,6% της συνολικής έκτασης της



Εικόνα 4. Χρήσεις γης στο γεωγραφικό διαμέρισμα Θεσσαλίας (Λιαρικός, κ.α., 2012)

χώρας. Συνορεύει προς Βορρά με τις Περιφέρειες Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας, προς Νότο με την Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδος, Δυτικά με την Περιφέρεια Ηπείρου, ενώ Ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος. Το 36,0% του εδάφους της Θεσσαλίας είναι πεδινό, το 17,1% ημιορεινό, ενώ το 44,9% είναι ορεινό (ΙΕΤΕΘ, 2011). Η περιοχή χαρακτηρίζεται από βουνά που περιβάλλουν δύο μεγάλες λεκάνες: την πεδιάδα της Καρδίτσας στα δυτικά και η πεδιάδα της Λάρισας στα ανατολικά.

Πιο συγκεκριμένα, η έρευνά μας οριοθετείται στην πεδιάδα της Λάρισας γύρω από τα χωριά:

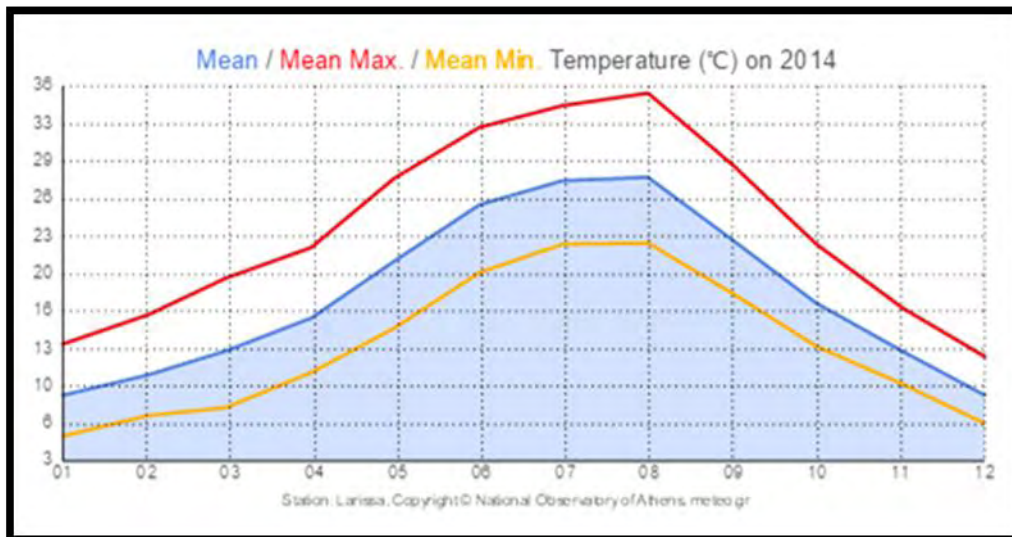
Στεφανοβίκειο (39°27'50.62"N, 22°44'32.02"E) και Ριζόμυλος (39°25'43.11"N, 22°44'47.29"E), η οποία καλύπτει την έκταση των 1020km² με μέγιστη υψομετρική διαφορά 50m (Caputo *et al.*, 1994, Alexakis *et al.*, 2008). Στα ανατολικά βρίσκεται η τεχνητή λίμνη Κάρλα, ένας αποκατεστημένος υγρότοπος της πρώην

αποστραγγισμένης και πολύ μεγαλύτερης φυσικής λίμνης Κάρλα. Η φυσική λίμνη κάλυπτε μια έκταση μεταξύ 40 km² και 180 km², ανάλογα με το ισοζύγιο εισροών-εκροών, και καλύπτει μέρος της περιοχής μελέτης (Zalidis *et al.*, 2004). Το 1962 αποξηράνθηκε εντελώς, με σκοπό να αυξηθεί η γεωργική έκταση, αλλά η σκέψη για αποκατάστασή της προέκυψε σύντομα. Η έκταση που καλύπτει πλέον είναι λιγότερη απ ό τι παλαιότερα, αγγίζοντας τα 38 km² (Chamoglou *et al.*, 2014).

3.1 Κλίμα-Μετεωρολογικά δεδομένα

Το κλίμα του ανατολικού παράκτιου και ορεινού τμήματος της Θεσσαλίας χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό, με θερμό και ξηρό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα. Ο κάμπος της Θεσσαλίας, εξαιτίας των βουνών που τον περικλείουν και εμποδίζουν την άμεση επίδραση της θάλασσας, έχει ηπειρωτικό κλίμα, με θερμό καλοκαίρι και ψυχρό χειμώνα. Τέλος, το κλίμα ίων δυτικών ορεινών περιοχών του γεωγραφικού διαμερίσματος χαρακτηρίζεται ως ορεινό, το οποίο και διακρίνεται για την αφθονία των χιονοπτώσεων και τον υψηλό βροχομετρικό δείκτη που παρουσιάζει.

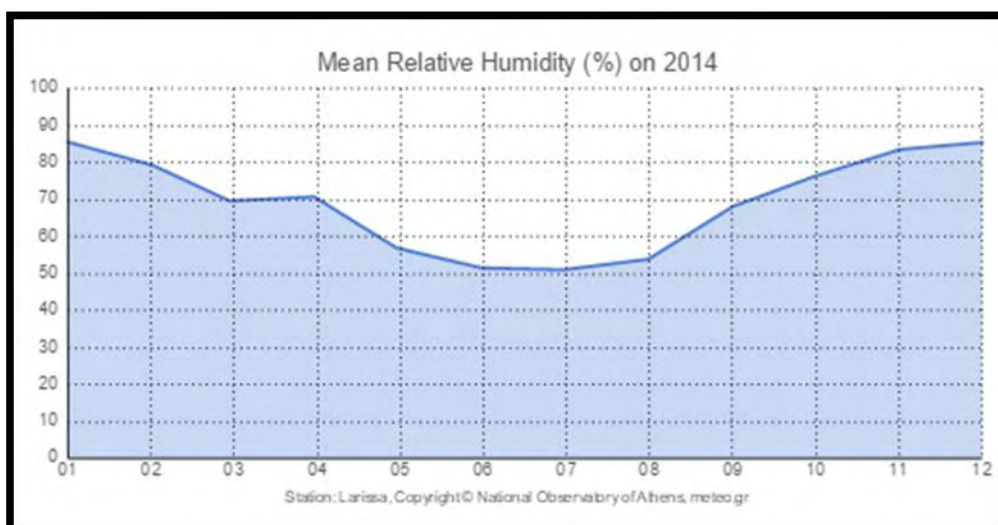
Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16-17°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι περίπου 20°C. στις περιοχές κοντά στη θάλασσα, ενώ στις ηπειρωτικότερες αυξάνει (περίπου 23°C. στη Λάρισα). Ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος με μέση θερμοκρασία 5,6°C και ο θερμότερος ο Ιούλιος με 27.2 °C .Τα ετήσια ποσά βροχόπτωσης παρουσιάζουν μεγάλη χωρομεταβλητότητα - συνάρτηση της ηπειρωτικότητας της θέσης- και κυμαίνονται από 445.2 χιλιοστά (Βόλος) μέχρι 1.069.2 χιλιοστά (Ασπροπόταμος στα 1200 μέτρα υψόμετρο) (Λιαρίκος κ.α., 2012).



Γράφημα 1. Μέση, μέση μέγιστη, μέση ελάχιστη Θερμοκρασία (έτος 2014).

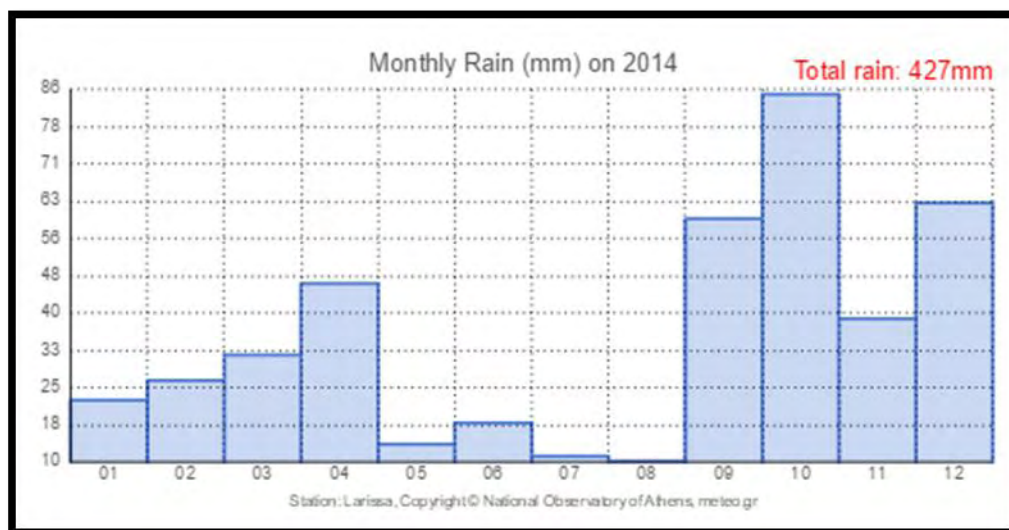
Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι η μέση θερμοκρασία κατά την περίοδο των δειγματοληψιών κυμαίνεται από 18°C (τέλη Απριλίου-1η δειγματοληψία), 21,5°C κατά την 2η δειγματοληψία (αρχές Ιουνίου) μέχρι και 28 °C (μέσα Ιουλίου-3η δειγματοληψία).

Όσον αφορά το μέσο όρο της σχετικής υγρασίας, παρατηρούμε ότι κατά την 1η δειγματοληψία υπολογίζεται γύρω στο 60%, ενώ κατά τη 2η δειγματοληψία παρατηρείται πτώση αυτής στο 50% και παραμένει σταθερή μέχρι και την τελευταία δειγματοληψία.



Γράφημα 2. Μέση σχετική υγρασία (%) (έτος 2014) ©National Observatory of Athens, meteo.gr).

Πιο συγκεκριμένα, από το διάγραμμα προκύπτει ότι τον Απρίλιο τα χιλιοστά βροχής υπολογίζονται σχεδόν 48, ενώ τον Μάιο παρατηρείται μια ραγδαία πτώση στα 33 χιλιοστά. Τέλος, παρατηρείται μια διακύμανση στους επόμενους δυο μήνες, καταλήγοντας τον Ιούλιο στα 11 χιλιοστά βροχής.

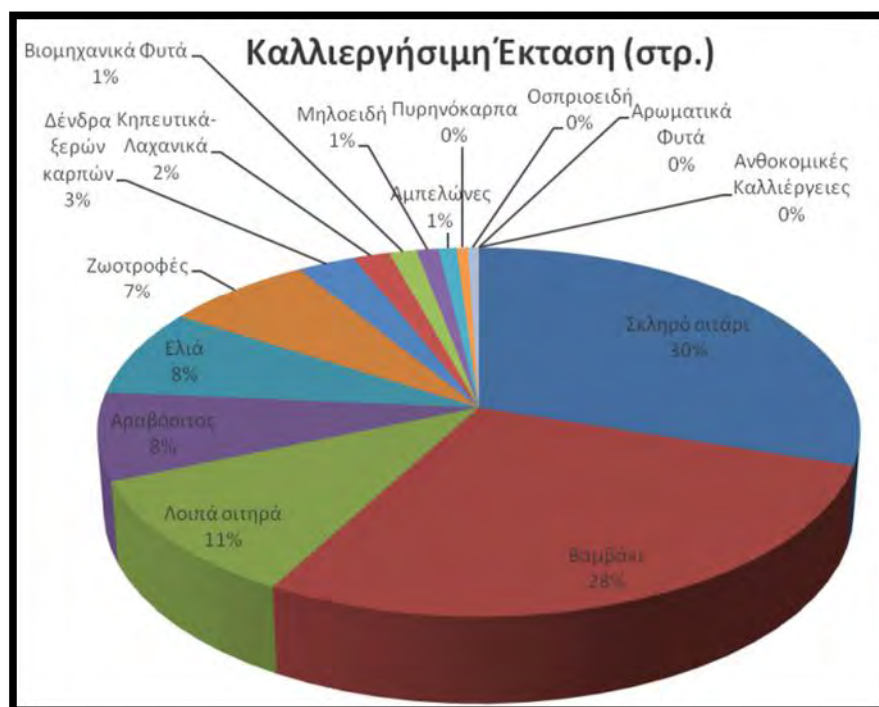


Γράφημα 3. Χιλιοστά βροχής ανά μήνα (έτος 2014) (©National Observatory of Athens, meteo.gr).

3.2 Χρήσεις αγροτικής γης

Η καλλιεργήσιμη έκταση της Θεσσαλίας ανέρχεται σε 4.999.353 στρ., αποτελώντας το 12,68% καλλιεργήσιμης έκτασης της χώρας, με το μεγαλύτερο ποσοστό (48%) να αντιστοιχεί στο νομό Λάρισας. Οι καλλιέργειες που κυριαρχούν στην Περιφέρεια Θεσσαλίας είναι οι αροτραίες καλλιέργειες, οι οποίες και αποτελούν το 80% περίπου των καλλιεργούμενων εκτάσεων, ενώ μικρότερα ποσοστά κατέχουν οι δενδροκομικές καλλιέργειες, τα κηπευτικά φυτά και τα βιομηχανικά φυτά αντίστοιχα. Τη σκυτάλη στην καλλιεργήσιμη έκταση κατέχει το σκληρό σιτάρι με 1.311.541στρ. και αποτελεί το 23% όλης της επικράτειας, με μέση παραγωγή 450.000 τόνους. Ενώ, το βαμβάκι αποτελεί τη δεύτερη καλλιέργεια σε ποσοστό καλλιεργούμενης έκτασης της Περιφέρειας Θεσσαλίας (1.227.461στρ) και κατέχει την πρώτη θέση μεταξύ των αροτραίων καλλιεργειών σε αρδευόμενες εκτάσεις. (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011) Τέλος, 565.000στρ καταλαμβάνουν οι λοιπές

καλλιεργήσιμες εκτάσεις, μεταξύ των οποίων είναι και οι αγραναπαύσεις, τα λιβάδια και οι βοσκότοποι. (ΕΛΣΤΑΤ, 2013).



Γράφημα 4. Ποσοστιαία κάλυψη καλλιεργήσιμων εκτάσεων Θεσσαλίας
Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011

Έπειτα από μελέτη της τροφοληπτικής συμπεριφοράς των Κιρκινεζιών, επιλέχθηκαν οι σταθμοί διεξαγωγής του πειράματος, οι οποίοι ήταν σημεία πεδινών εκτάσεων του κάμπου, όπου κυριαρχούν οι αροτραίες καλλιέργειες. Καλύπτοντας έτσι μια περιοχή έρευνας 96,7km² γύρω από τα χωριά Ριζόμυλος, Στεφανοβίκειο, Αρμένιο, Σωτήριο και πλησίον της λίμνης Κάρλα.

Η διεξαγωγή του πειράματος έγινε εντός των ορίων της περιοχής του προγράμματος LIFE11NAT/GR/001011, με τίτλο: "Διατήρηση και διαχείριση του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) σε τρεις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της Ελλάδας". Το πρόγραμμα υλοποιείται στις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (Special Protection Areas - SPA) για την Ορνιθοπανίδα, όπως ορίζονται στην Οδηγία 79/409/ΕΚ:

- ☐ GR1420011 - Περιοχή θεσσαλικού κάμπου
- ☐ GR1430007 - Περιοχή ταμιευτήρων πρώην λίμνης Κάρλας
- ☐ GR1420006 - Όρος Μαυροβούνι

Η ΖΕΠ της περιοχής θεσσαλικού κάμπου έχει κριθεί ως κρίσιμο ενδιαίτημα αναπαραγωγής και τροφοληψίας για το Κιρκινέζι, ενώ η ΖΕΠ της περιοχής ταμιευτήρων πρώην λίμνης Κάρλας έχει κριθεί επίσης ως κρίσιμο ενδιαίτημα τροφοληψίας για το είδος. Το Κιρκινέζι αποτελεί είδος χαρακτηρισμού και για τις τρεις ΖΕΠ.



Εικόνα 5.Περιοχή του προγράμματος LIFE για το Κιρκινέζι (LIFE11NAT/GR/001011).

Τα όρια της υπό μελέτη περιοχής ορίστηκαν με μέγιστη απόσταση αυτή των 5km και από τα δύο χωριά (Στεφανοβίκειο - Ριζόμυλος) σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η πλειοψηφία των πτήσεων για αναζήτηση τροφής συμβαίνει εντός της ακτίνας γύρω από την αποικία (Tella *et al.*, 1998, Franco and Sutherland, 2004, Rodriguez and Bustamante 2008, Catry *et al.*, 2013). Με εξαίρεση τα βορειοανατολικά χωράφια του Στεφανοβικείου, γύρω από τη λίμνη Κάρλα ορίστηκαν οι αποστάσεις με μέγιστη τα 6km. Αυτό στηρίχτηκε στην παρουσία υγροτόπων γύρω από τη λίμνη όπου είναι γνωστή η δραστηριότητα θήρευσης των Κιρκινεζιών.

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 Σύντομη περιγραφή της διαδικασίας

Με στόχο την εκτίμηση της αφθονίας της λείας σε ενδιαίτημα τροφοληψίας του Κιρκινεζιού, κρίθηκαν τρεις ξεχωριστές για τον θηρευτή φάσεις κατά την αναπαραγωγή του συγκεκριμένου είδους. Έτσι, έχουμε δειγματοληψίες πριν την αναπαραγωγή-κατά την αναπαραγωγή-μετά την αναπαραγωγή του είδους, ξεκινώντας από τέλη Απριλίου (23/4-2/5/2014) την πρώτη, από τις 4/6/2014 έως τις 10/6/2014 η δεύτερη σε σειρά δειγματοληψία, ολοκληρώνοντας με την τελευταία αρχές Ιουλίου (10/7/2014-15/7/2014). Προκειμένου λοιπόν, να γίνει η εκτίμηση της αφθονίας τροφής του Κιρκινεζιού, λήφθηκαν υπ' όψιν οι εξής μεθοδολογίες: παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) ως μέθοδος συλλογής εδαφόβιων Ασπόνδυλων, αλλά και οι γραμμικές διαδρομές ως μέθοδος εκτίμησης πληθυσμών Ορθόπτερων αντίστοιχα.

4.2 Επιλογή των σημείων δειγματοληψίας

Αρχικά, με την χρήση του προγράμματος ArcGis 10 επιλέχθηκαν 20 σταθμοί δειγματοληψίας εντός της περιοχής έρευνας, χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο διανυσματικό αρχείο των καλλιεργειών της περιοχής (πίνακας με συντεταγμένες). Οι σταθμοί αυτοί, επιλέχθηκαν με τυχαίο τρόπο και με προϋπόθεση η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δυο σημείων προκειμένου να αποφευχθεί η ομαδοποίηση των σημείων σε ένα τμήμα της περιοχής μελέτης. Σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας, εντοπίζονται οι πλησιέστερες καλλιέργειες (σιτηρά, βαμβάκι, χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια ή βοσκότοποι, μηδική και καλαμπόκι) που αποτέλεσαν τα σημεία δειγματοληψίας στις τρεις δειγματοληψίες που ακολούθησαν (πριν την αναπαραγωγή, κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής και μετά την αναπαραγωγή του κιρκινεζιού).

Για κάθε επιλεγμένο χωράφι συμπληρώνονταν πρωτόκολλο καταγραφής γενικών πληροφοριών που περιελάμβανε:

-Ημερομηνία-ώρα

-Αριθμός σταθμού δειγματοληψίας

- Συντεταγμένες αγροτεμαχίου
- Τύπος καλλιέργειας
- Στάδιο ανάπτυξης φυτών
- Ύψος φυτών
- Ποσοστό εδαφοκάλυψης
- Στοιχεία καλλιεργητικών πρακτικών, π.χ. άρδευση, χρήση φυτοφαρμάκων
- Μέγεθος ακαλλιέργητων περιθωρίων
- Τροφοληπτική συμπεριφορά Κιρκινεζιών στο σημείο κ.λπ.,

Το κάθε αρχείο συνοδευόταν με ενδεικτική φωτογραφία. Επιπλέον, γινόταν καταγραφή καιρικών συνθηκών και θερμοκρασίας, σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τις ημέρες δειγματοληψιών (Μακρή, 2015)



Εικόνα 6. Σταθμοί δειγματοληψίας του πειράματος (επιλογή θέσης των σταθμών, με το ArcGIS 10 από Χρ.Χρηστάκη).

4.3 Μέθοδοι δειγματοληψίας

4.3.1 Παγίδες παρεμβολής

Οι παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) είναι μια διαδεδομένη μεθοδολογία για συλλογή εδαφόβιων σκαθαριών, αραχνών, μυρμηγκιών και άλλων υπόγειων αρθροπόδων (Westberg, 1977, Niemelä *et al.*, 1992, Bestelmeyer *et al.*, 2000, Southwood and Henderson, 2000, Phillips and Cobb, 2005), ενώ προτείνεται χρήση της σε περιοχές με χαμηλή βλάστηση, ή γυμνό έδαφος (Ausden and Drake, 2006). Αυτού του τύπου οι παγίδες, χρησιμοποιούνται ευρέως στις έρευνες της βιοποικιλότητας καθώς ικανοποιούν μια οικονομική μέθοδο, είναι οικολογικά ευαίσθητες, συλλέγουν μεγάλο αριθμό ατόμων, ενώ παράλληλα συλλέγουν και τα νυκτόβια είδη, τα οποία δεν συμπεριλαμβάνονται με άλλες μεθόδους δειγματοληψίας (Törmälä, 1982, Samways, 1983, Donnelly and Gilme, 1985, Huusela-Veistola, 1996). Ειδικά για τα Ορθόπτερα, οι παγίδες παρεμβολής αποτελούν κατάλληλη μέθοδο δειγματοληψίας για την εδαφόβια οικογένεια των Γρύλλων (Gryllidae), ενώ για άλλες οικογένειες Ορθοπτέρων (Acrididae, Tettigoniidae), είναι ενδεικτικές της παρουσίας ατόμων τους, αλλά όχι εκτίμησης της αφθονίας τους (Nagy *et al.*, 2007).

Η κατασκευή της παγίδας είναι απλή και συνίσταται από ένα κυλινδρικό δοχείο συλλογής, θαμμένο στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους, το οποίο παθητικά συλλέγει εδαφόβιους οργανισμούς, που συμπτωματικά πέφτουν μέσα στην παγίδα. Οι διαστάσεις του δοχείου ποικίλουν, ανάλογα με τους οργανισμούς που ο ερευνητής προτίθεται να συλλέξει. Η λειτουργία της παγίδας είναι συνεχής (24ωρη), συνεπώς συλλέγονται ημερόβια και νυκτόβια είδη (Ausden and Drake, 2006, Skvarla *et al.*, 2014). Μέσα στο δοχείο, συχνά περιέχεται κάποια συντηρητική ουσία, ώστε να καθυστερήσει την αποσύνθεση των συλληφθέντων ατόμων, να αποτρέψει τον κανιβαλισμό μεταξύ τους και τη διαφυγή τους από την παγίδα (Ausden and Drake, 2006). Τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται, διαφοροποιούνται ως προς την προσέλκυση ή την απώθηση διαφορετικών taxa, γεγονός που ίσως επηρεάζει τη σύνθεση των συλληφθέντων ατόμων (Weeks and McIntyre, 1997). Αξιόπιστα υλικά συντήρησης θεωρούνται τα αντιψυκτικά αυτοκινήτων (αιθυλενογλυκόλη ή προπυλενογλυκόλη) (Woodcock, 2005, Schmidt *et al.*, 2006,; Ausden and Drake,

2006). Όπου χρησιμοποιούνται τέτοια υγρά, οι παγίδες πρέπει να φέρουν προστατευτικό κάλυμμα, καθώς είναι τοξικά για τα μεγαλύτερα ζώα. Το κάλυμμα αποτρέπει επίσης την εξάτμιση του περιεχόμενου υγρού και την υπερχειλίση των παγίδων με νερό της βροχής (Ausden and Drake, 2006).

Επιπλέον, χαρακτηριστικά της ίδιας της παγίδας όπως το μέγεθος, το σχήμα αλλά και το υλικό κατασκευής επηρεάζουν ξεχωριστά τις συλλήψεις ατόμων. Το σχήμα για παράδειγμα επηρεάζει την σύνθεση και τον αριθμό των taxa που συλλέγονται (Cheli and Corley, 2010). Ενώ παράλληλα, παρατηρείται ότι τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται προσελκύουν διαφορετικά και απωθούν συγκεκριμένα taxa αρthropόδων, τα οποία με τη σειρά τους θα επηρεάσουν την σύνθεση των taxa που θα συλλεχθούν (Weeks and McIntyre, 1997), έτσι θα πρέπει να τυποποιούνται ώστε τα δεδομένα να είναι συγκρίσιμα. Το ίδιο ισχύει και τον αριθμό παγίδων, την απόσταση μεταξύ τους και τη χωρική κατανομή τους, αλλά και τη διάρκεια που αφήνονται στο πεδίο (Greenslade and Greenslade, 1971, Schmidt *et al.*, 2006). Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, η χρήση τέτοιους είδους παγίδων παρέχει μεγαλύτερη αξιοπιστία στα δεδομένα που μας παρέχει όταν η βλάστηση είναι χαμηλή, διότι υψηλή βλάστηση που γειτνιάζει με την παγίδα εμποδίζει την κίνηση των Ασπονδύλων (Greenslade, 1964). Επομένως, προκειμένου τα δεδομένα που θα λάβουμε να είναι συγκρίσιμα, θα πρέπει η επιλογή της περιοχής έρευνας (σταθμοί δειγματοληψίας) να διαθέτουν παρόμοια βλάστηση και να τοποθετούνται την ίδια χρονική περίοδο (Woodcock, 2005, Ausden and Drake, 2006). Τέλος, σωστό θα ήταν να αναφερθεί ότι, η ύπαρξη θηλαστικών σε αποσύνθεση μέσα στην παγίδα παρεμβολής μπορεί να λειτουργήσει ως προσελκυστικό για κάποια taxa Κολεοπτέρων (π.χ. Silphidae), τα οποία μπορεί να υπερεκτιμηθούν αριθμητικά σε αυτή την περίπτωση (Skvarla, *et al.*, 2014).

4.3.2 Τοποθέτηση παγίδων παρεμβολής

Με στόχο την εκτίμηση του πλούτου, της αφθονίας, της ποικιλότητας και της διαθεσιμότητας οργανισμών διατροφής του Κιρκινεζιού (Κολεόπτερα, Ορθόπτερα, Δερμάπτερα, Χειλόποδα), τοποθετήθηκαν παγίδες παρεμβολής στα χωράφια των σταθμών δειγματοληψίας που επιλέχθηκαν. Ωστόσο, στις παγίδες συλλέγονται και μη εδαφόβια taxa όπως Δίπτερα, Υμενόπτερα, Ορθόπτερα κ.λπ., παρότι η μέθοδος δε

θεωρείται κατάλληλη για τη σύλληψή τους, τα οποία δεν μελετήθηκαν περαιτέρω παρά μόνο προσμετρήθηκαν στο σύνολο των ατόμων της κάθε παγίδας.

Οι παγίδες σε κάθε επιλεγμένο χωράφι έπρεπε να είναι 5 σε αριθμό τοποθετημένες σε ευθεία γραμμή με την προϋπόθεση ότι θα απέχουν 10m μέτρα μεταξύ τους αλλά και από τα όρια των καλλιεργειών προς το εσωτερικό τους αντίστοιχα, ώστε να αποφευχθεί το φαινόμενο της επίδρασης ορίου (edge effect). Η παγίδα αποτελούνταν από πλαστικό δοχείο χωρητικότητας 1L (διαμέτρου στομίου 13cm και πυθμένα 9,5cm), το οποίο



Εικόνα 7. Παγίδα παρεμβολής σε καλλιέργεια σιτηρών.

θαβόταν στο έδαφος με τρόπο ώστε το στόμιο του δοχείου να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους. Το δοχείο της παγίδας περιείχε 330ml διαλύματος ($\approx 250\text{ml}$ νερό και $\approx 80\text{ml}$ ψυκτικό υγρό αυτοκινήτων-Parafllu), καθώς και τρίμματα πράσινου σαπουνιού. Το ψυκτικό υγρό περιείχε 25%.κ.β.αιθυλενογλυκόλη και χρησιμοποιήθηκε ως μέσο παγίδευσης και συντήρησης, μη προσελκυστικό για τους εδαφόβιους οργανισμούς (Schmidt *et al.*, 2006). Ενώ, το πράσινο σαπούνι χρησίμευε για την ελάττωση της επιφανειακής τάσης του υγρού. Πάνω από την παγίδα τοποθετούνταν πλαστικό κάλυμμα, για την προφύλαξη της από καιρικά φαινόμενα και μεγαλύτερα ζώα.

Οι παγίδες παρεμβολής παρέμειναν στο έδαφος για μία εβδομάδα από την ημέρα τοποθέτησής τους (πλην εξαιρέσεων που συλλέχθηκαν νωρίτερα ή αργότερα). Κατά τη συλλογή των παγίδων, οι συλληφθέντες οργανισμοί κάθε παγίδας απομονώνονταν με τη βοήθεια σουρωτηριού και τοποθετούνταν σε σημασμένο σακουλάκι τύπου ziplock. Το συλλεχθέν υλικό διατηρήθηκε σε καταψύκτη του εργαστηρίου (-20°C) έως τη στιγμή ανάλυσής του. Τα Χορδωτά που συνελήφθησαν (Αμφίβια, Ερπετά, Θηλαστικά), καταγράφηκαν επιτόπου στο πεδίο και δεν περιελήφθησαν στην εργαστηριακή ανάλυση. (Μακρή, 2015)

4.3.3 Οι γραμμικές διαδρομές (line transects) ως μέθοδος εκτίμησης πληθυσμών Ορθοπτέρων

Με στόχο την εκτίμηση της αφθονίας και της ποικιλότητας των Ορθοπτέρων και πιο συγκεκριμένα αυτών των οικογενειών Acrididae και Tettigoniidae πραγματοποιήθηκε σαν μέθοδος οι γραμμικές διαδρομές. Κρίσιμη κρίνεται η ακρίβεια της μεθόδου, όταν πρόκειται για ανοιχτές εκτάσεις με χαμηλή βλάστηση (<50cm ύψος φυτών), όπου η πυκνότητα Ορθοπτέρων είναι σχετικά χαμηλή (<2 ενήλικα/m²) (Gardiner *et al.*, 2005).

Έχοντας ορίσει τις γραμμικές διαδρομές εντός του πεδίου, ο παρατηρητής εκτείνεται κατά μήκος των ευθειών και καταμετρά άτομα του υπό μελέτη πληθυσμού. Στην περίπτωση των Ορθοπτέρων καταμετρώνται ακίνητα και κινούμενα άτομα (αποκρινόμενα με άλμα ή πτήση στην όχληση από τον παρατηρητή) (Isern-Vallverdu *et al.*, 1993). Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν κάποιες υποδείξεις ώστε να τηρηθεί η ακρίβεια και η αντικειμενικότητα της μεθόδου. Αρχικά, οι διαδρομές θα πρέπει ιδεατά να είναι ευθείες (και συνήθως παράλληλες), τηρώντας μια σταθερή και προκαθορισμένη απόσταση μεταξύ τους ώστε να αποφεύγεται η αλληλοεπικάλυψη και συνεπώς η διπλομέτρηση. Επιπλέον, η ταχύτητα του παρατηρητή θα πρέπει να είναι σταθερή, αλλά όχι πολύ χαμηλή, καθώς με αυτό τον τρόπο αυξάνονται οι πιθανότητες για διπλομετρήσεις ή απώλεια μετρήσεων (Greenwood and Robinson, 2006). Τέλος, θα οι γραμμικές διαδρομές θα πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 10m από τα όρια του χωραφιού ώστε να αποφευχθεί η πιθανή επίδραση των γειτονικών καλλιεργειών ή των περιθωρίων (Badin *et al.*, 1997). Ωστόσο, στην περίπτωση των Ορθοπτέρων, η χαμηλή θερμοκρασία, η βροχή, οι ισχυροί άνεμοι, το ηλικιακό στάδιο, το ύψος και η πυκνότητα της βλάστησης, επηρεάζουν αρνητικά την καταμέτρηση των ατόμων, λόγω της μη παρατήρησής τους, μιας και η κίνηση ενός ατόμου περιορίζεται από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν (Isern-Vallverdu *et al.*, 1993).

4.3.4 Καταμετρήσεις Ορθοπτέρων

Σε κάθε επιλεγμένο χωράφι πραγματοποιούνταν 5 line transects, κατά τα οποία καταγράφονταν σε πρωτόκολλο τα Ορθόπτερα που καταμετρούσε ο παρατηρητής στη διαδρομή των 50m και σε πλάτος 2m (1m εκατέρωθεν της γραμμής πορείας του). Στόχος είναι ο εντοπισμός των Ορθοπτέρων με παράλληλο διαχωρισμό των οικογενειών Acrididae και Tettigoniidae αλλά και, τη διάκρισή τους ανάλογα με το μέγεθός τους σε ‘μικρά’, ‘μεσαία’ και ‘μεγάλα’ Ορθόπτερα. Οι διαδρομές πραγματοποιούνταν κατά το δυνατό σε ώρες υψηλής κινητικότητας των Ορθοπτέρων και σε κάθε περίπτωση σε θερμοκρασία $\geq 20^{\circ}\text{C}$ (Rodriguez and Bustamante, 2008).

4.4 Εργαστηριακή ανάλυση δειγμάτων

Επόμενο βήμα, η επεξεργασία του υλικού που συλλέχθηκε από το πεδίο. Αρχικά, τα δείγματα αποψύχθηκαν και καθαρίστηκαν. Ενώ έπειτα, οι περιεχόμενοι οργανισμοί απομονώθηκαν, καταμετρήθηκαν και ταυτοποιήθηκαν με χρήση στερεομικροσκοπίου (Novex RZB-SF 65.550) και εργαστηριακού εξοπλισμού.



Εικόνες 8,9. Εργαστηριακή ανάλυση των ατόμων ανά παγίδα παρεμβολής.

Η συστηματική ταξινόμηση έγινε σε επίπεδο οικογένειας για Κολεόπτερα και Ορθόπτερα, ενώ οι υπόλοιποι οργανισμοί κατατάχθηκαν σε ανώτερες ταξινομικές κατηγορίες. Τα δεδομένα καταγράφονταν σε εργαστηριακά πρωτόκολλα, ώστε να

είναι δυνατή η καταμέτρηση τόσο της συνολικής αφθονίας οργανισμών κάθε παγίδας και κατ' επέκταση κάθε χωραφιού, όσο και η καταμέτρηση της αφθονίας οργανισμών ανά taxon.



Εικόνα 10,11. Παρατήρηση Κολεοπτέρων σε στερεοσκόπιο για συστηματική ταξινόμηση.

4.5 Στατιστική επεξεργασία

Για τα δεδομένα των παγίδων παρεμβολής, έγινε αναγωγή των συλληφθέντων οργανισμών σε άτομα/100 παγιδοημέρες με βάση τον τύπο:

$$N' = \frac{N}{t \cdot d} * 100$$

όπου N ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων ανά χωράφι

t ο αριθμός των ενεργών παγίδων του χωραφιού

d ο αριθμός των ημερών που οι παγίδες ήταν ενεργές.

Η μετατροπή αυτή ήταν απαραίτητη, ώστε τα δεδομένα όλων των δειγματοληψιών και όλων των διαφορετικών καλλιεργειών να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους.

Προκειμένου να συγκριθούν τα δεδομένα, πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι κανονικότητας (Shapiro-Wilk) και έλεγχος ομοιογένειας της διακύμανσης (Levene's test) των κατανομών. Τα δεδομένα μη κανονικών κατανομών μετασχηματίζονταν με χρήση λογαρίθμησης. Στις περιπτώσεις που ίσχυαν οι δύο παραδοχές (κανονικότητα και ομοιογένεια διακύμανσης των κατανομών), χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης προς ένα παράγοντα (one-way ANOVA) για τη σύγκριση των μέσων

όρων των κατανομών. Σε περιπτώσεις στατιστικώς σημαντικών διαφορών, τα δεδομένα συγκρίνονταν επιπλέον ανά ζεύγη με post-hoc έλεγχο Tukey's. Σε περιπτώσεις που τα δεδομένα δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή, χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος ανάλυσης διακύμανσης Kruskal-Wallis και ο ανά ζεύγη post-hoc έλεγχος MannWhitney.

Για την μελέτη και σύγκριση της ποικιλότητας στις παγίδες παρεμβολής χρησιμοποιήθηκαν δείκτες ποικιλότητας. Παρότι οι οργανισμοί του πειράματος ταξινομήθηκαν έως το επίπεδο των οικογενειών, έγινε χρήση δεικτών για τον υπολογισμό ποικιλότητας οικογενειών Κολεοπτέρων των παγίδων στις δειγματοληψίες.

Δείκτες Ποικιλότητας (*diversity indices*)

Περισσότερο συχνά χρησιμοποιούνται δύο δείκτες ποικιλότητας, που στηρίζονται στις σχετικές αφθονίες των ειδών: ο δείκτης Shannon (H') και ο δείκτης Simpson (D). Αυτοί οι δείκτες προσμετρούν την α -ποικιλότητα μιας περιοχής, αλλά όχι και τις διαφορές στα υπάρχοντα είδη, καθώς βιοκοινότητες με διαφορετική σύνθεση μπορεί να έχουν τις ίδιες τιμές ποικιλότητας.

- ✓ **Δείκτης ποικιλότητας Shannon (*Shannon diversity index*) (H')**, γνωστός επίσης ως Shannon-Wiener index (Nur *et al.*, 1999). Είναι ο δείκτης που χρησιμοποιείται περισσότερο από τους άλλους, γιατί λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των ατόμων, τον αριθμό των ειδών και επιπλέον την ισοκατανομή αυτών. Είναι ευρύτατα διαδεδομένος στο πεδίο της οικολογίας κοινοτήτων. Ο δείκτης αυτός έχει τα πλεονεκτήματα ότι είναι σχετικά ανεξάρτητος από το μέγεθος του δείγματος και μπορεί να αναλυθεί στατιστικά με κοινές μεθόδους στατιστικής, διότι η κατανομή των τιμών του είναι κανονική. Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 1,5 και 3,5 και σπάνια λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες του 4,5 (Margalef, 1972). Ο δείκτης αυξάνει όταν στο δείγμα υπάρχουν σπάνια είδη (Roy *et al.*, 2004) ή υπάρχει υψηλή ισοκατανομή των ειδών. Αριθμητικά υπολογίζεται από τη σχέση:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

όπου n_i = ο αριθμός των ατόμων (αφθονία) του κάθε είδους,

S = ο αριθμός των ειδών,

p_i = η σχετική αφθονία του κάθε είδους, δηλαδή η αναλογία του

συνολικού αριθμού ατόμων του είδους ως προς το συνολικό αριθμό

ατόμων του δείγματος.

- ✓ **Δείκτης ποικιλότητας Simpson (Simpson's diversity index) (D):** Είναι ο δείκτης που λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των ειδών καθώς και την σχετική αφθονία του κάθε είδους. Πλεονέκτημά του είναι ότι δεν επηρεάζεται από τα σπάνια είδη που μπορεί να υπάρχουν στο δείγμα (Roy, et al., 2004). Ποσοτικοποιεί την πιθανότητα δύο άτομα, τυχαία επιλεγμένα, σε ένα ενδιαίτημα να ανήκουν στο ίδιο είδος. Εάν p_i είναι το ποσοστό των οργανισμών που ανήκουν στα i είδη, τότε ισχύει:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Εάν n_i είναι ο αριθμός των ατόμων του είδους i που καταμετρήθηκαν και N ο συνολικός αριθμός των ατόμων που καταμετρήθηκαν τότε ο δείκτης δίνεται από τη σχέση:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται μεταξύ 0 και 1. Όταν οι τιμές είναι κοντά στο μηδέν ο δείκτης αναφέρεται σε ετερογενή ενδιαιτήματα με υψηλή ποικιλομορφία, ενώ όταν οι τιμές είναι κοντά στο 1 σε ομοιογενή ενδιαιτήματα. Οι βιολόγοι κυρίως χρησιμοποιούν ως μέτρο της ποικιλότητας το $1/D$ (**Simpson's index**), ενώ στη δημογραφία χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$\tilde{D} = 1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2,$$

όπου p = ποσοστό ατόμων ή αντικειμένων μιας κατηγορίας,

S = ο αριθμός των κατηγοριών.

Οι τιμές του δείκτη ποικιλότητας (*index of variability*) κυμαίνονται από 0 και 1.

Όταν πρόκειται για ομοιογενείς πληθυσμούς, ο δείκτης είναι μηδέν.

Στην αντίθετη περίπτωση, ο δείκτης ποικιλότητας ισούται με τη μονάδα.

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν, με τη βοήθεια δεικτών, οι χαρακτηριστικότερες παράμετροι της ποικιλότητας: η ποσοτική έκφραση της ποικιλότητας (δείκτες Shannon-Weiner, Simpson, Berger Parker Dominance) και η ομοιομορφία κατανομής των ατόμων σε κάθε οικογένεια (δείκτης Pielou) αρθροπόδων.

Δείκτης κυριαρχίας (*dominance index*)

- ✓ **Δείκτης κυριαρχίας Berger-Parker (*Berger-Parker index*) (BP):** Είναι ένας δείκτης που χρησιμοποιεί μόνο σχετικές αφθονίες (*relative abundance*) των ειδών, δηλαδή τις σχετικές αναλογίες των διαφόρων πληθυσμών στην εξεταζόμενη περιοχή (Pimm, 1991, Magurran, 1998). Κάθε είδος συμμετέχει σε μια βιοκοινότητα με έναν αριθμό ατόμων (ή ποσότητα βιομάζας) που είναι διαφορετικός από είδος σε είδος. Η σημασία των ειδών εξαρτάται από τη σημασία που έχουν ως προς τη ροή ενέργειας και ως προς την επίδρασή τους σε όλους τους υπόλοιπους οργανισμούς. Με το σκεπτικό αυτό, τα είδη που έχουν τη μεγαλύτερη σημασία στη βιοκοινότητα ονομάζονται οικολογικώς κυρίαρχα και η σημασία τους εκφράζεται με το δείκτη κυριαρχίας (Βερεσόγλου, 2002). Ο δείκτης κυριαρχίας δείχνει το πιο κοινό είδος σε μια βιοκοινότητα παρά αποτελεί μέτρο πλούτου των ειδών (Magurran, 1988). Δίνεται από τη σχέση:

$$d = N_{\max}/N$$

όπου N_{\max} = ο αριθμός των ατόμων στο πιο άφθονο είδος και N : ο συνολικός αριθμός ατόμων. Συνήθως δίνεται και με την αντίστροφη μορφή $1/d$. Σε αυτή

την περίπτωση μία αύξηση του δείκτη σηματοδοτεί μία αύξηση στην ποικιλότητα των ειδών και μείωση στην κυριαρχία.

Δείκτης ισοκατανομής ειδών (*evenness index*)

- ✓ **Δείκτης ισοκατανομής Pielou (*Pielou's evenness*) (*E*):** Είναι ένας δείκτης ισοκατανομής, δηλαδή ένα μέτρο της βιοποικιλότητας ενός οικοσυστήματος που εκφράζει ποσοτικά την ομοιότητα, εάν υπάρχει, μεταξύ των πληθυσμών των ειδών (Gaston and Spicer, 2004, Díaz, *et al.*, 2005). Μία βιοκοινότητα αποτελούμενη από δύο είδη στην ίδια αναλογία έχει υψηλότερο δείκτη ποικιλότητας από μία άλλη η οποία συντίθεται πάλι από δύο είδη αλλά σε αναλογία 90-10 (Βερεσόγλου, 2002). Η ισοκατανομή ενός πληθυσμού δίνεται από το δείκτη ισοκατανομής Pielou (Pielou, 1969):

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

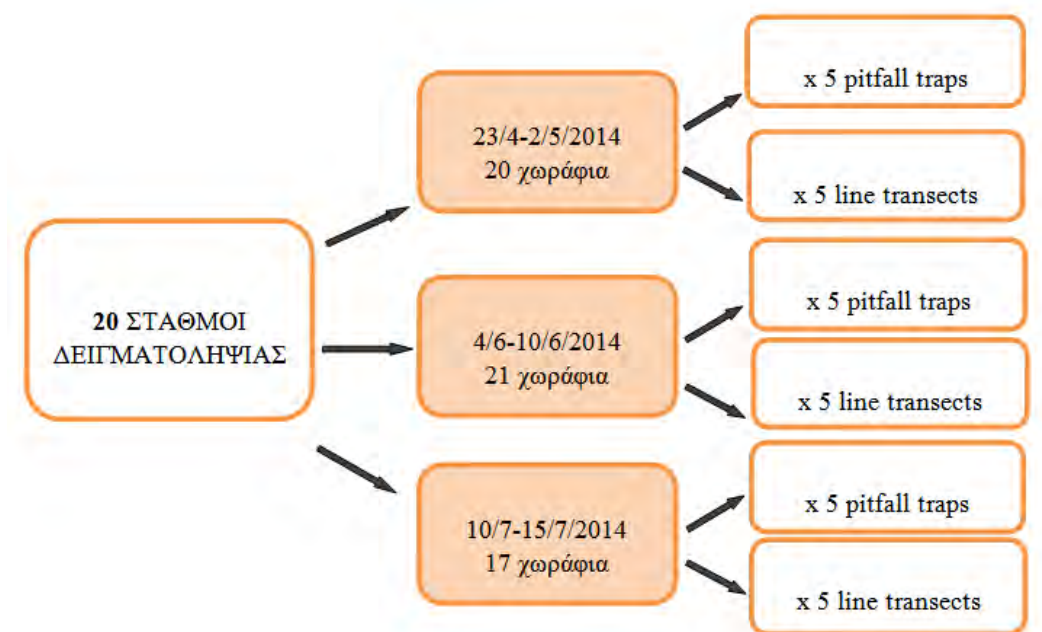
όπου H' = η παρατηρούμενη ποικιλότητα ειδών που προέρχεται από το δείκτη ποικιλότητας Shannon-Weiner,

H'_{\max} = ο συνολικός αριθμός ειδών που βρέθηκε. Ο δείκτης E κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1. Όσο ο δείκτης πλησιάζει τη μονάδα τα ενδιαιτήματα είναι περισσότερο ομοιογενή όσο αφορά στην πληθυσμιακή τους σύσταση, ενώ όταν υπάρχει έντονη παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών ο δείκτης πλησιάζει το μηδέν. Οι Lloyd and Ghelardi (1964) πρότειναν έναν τρόπο μέτρησης της ομοιομορφίας κατανομής συγκρίνοντας τις τιμές ισοκατανομής ενός δείγματος (E) με τις τιμές ισοκατανομής που προκύπτουν από ένα μαθηματικό μοντέλο (*broken stick model*). Η αναλογία των τιμών αυτών δίνει την ισοκατανομή J .

Για όλες τις παραπάνω παραμέτρους έγιναν στατιστικές συγκρίσεις με το τεστ τυχαιοποίησης του Solow (1993). Για την ανάλυση των στοιχείων και τον υπολογισμό των δεικτών της ποικιλότητας, κατασκευάστηκαν ειδικές βάσεις

δεδομένων CSV αρχείων (ορειοθετημένα με κόμματα) (*.csv) στο εξειδικευμένο πρόγραμμα Species Diversity and Richness (ver. 4.0) της PISCES Conservation Ltd (2006), σχεδιασμένο από τους Dr R.M.H. Seaby και Dr P.A. Henderson (για την λεπτομερή περιγραφή του μαθηματικού υπόβαθρου των παραπάνω δεικτών, βλέπε Seaby and Henderson, 2006).

Οι πίνακες και τα γραφήματα έγιναν με το Microsoft Excel 2007 και το πρόγραμμα SPSS STATISTICS 21, ενώ για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το ηλεκτρονικό υπολογιστικό φύλλο στατιστικό πρόγραμμα SPSS STATISTICS 21.



5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

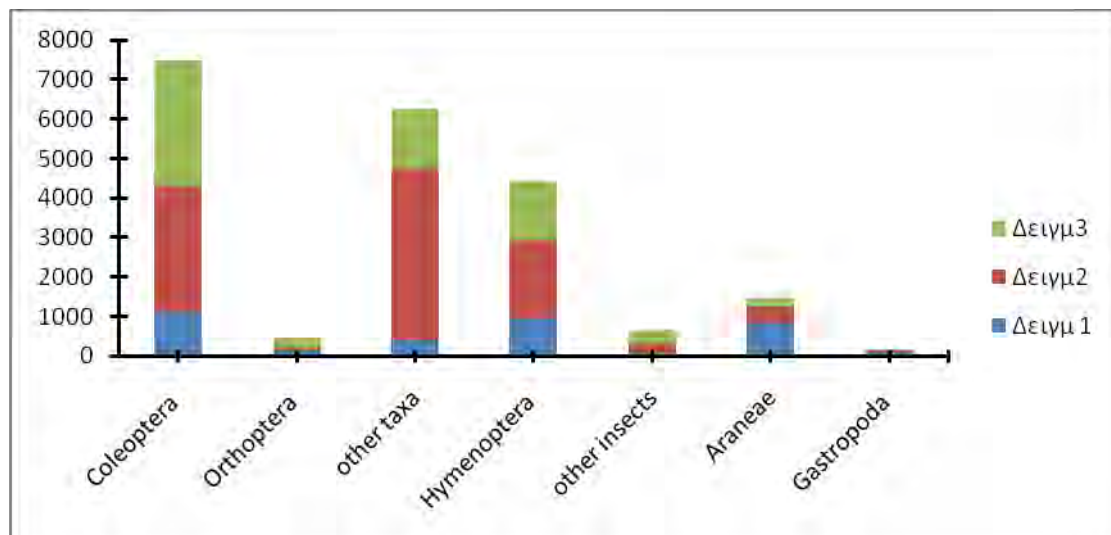
5.1 Παγίδες παρεμβολής

Τοποθετήθηκαν συνολικά 278 παγίδες παρεμβολής (pitfall traps), σε 57 χωράφια, κατά τις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος (5 παγίδες/χωράφι). Ο αριθμός των παγίδων που συλλέχθηκαν και αυτές που κρίθηκαν κατάλληλες για περαιτέρω ανάλυση ήταν μικρότερος. Στον Πίνακα 3, συγκεντρώνονται τα πειραματικά δεδομένα που αφορούν τις παγίδες παρεμβολής.

Πίνακας 3. Αριθμός χωραφιών, όπου τοποθετήθηκαν παγίδες παρεμβολής (pitfall traps), κατά τις τρεις φάσεις του πειράματος. Ο αρχικός αριθμός παγίδων αφορά τις παγίδες που τοποθετήθηκαν στις καλλιέργειες, ενώ ο τελικός αριθμός παγίδων αφορά τις παγίδες που συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση.

Δειγματοληψία		1η	2η	3η	Γενικό άθροισμα
Ημερομηνία		23/4-2/5	4/6-10/6	10/7-15/7	
		Αριθμός χωραφιών			
Τύπος καλλιέργειας	Σιτάρι	20	21	17	57
Αρχικός αριθμός παγίδων		100	105	85	290
Τελικός αριθμός παγίδων		87	104	87	278

Ο συνολικός αριθμός ζώων που συλλέχθηκαν με τις παγίδες παρεμβολής ήταν 19823 άτομα, σε όλες τις δειγματοληψίες του πειράματος μαζί (Γράφημα 5). Πιο συγκεκριμένα, κατά την 1η δειγματοληψία συλλέχθηκαν 2.554, κατά την 2η 10.530, ενώ κατά την 3η δειγματοληψία 6.739 άτομα.



Γράφημα 5. Συνολικές συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps).

Κατά την ανάλυση στο εργαστήριο των συλληφθέντων ατόμων στις παγίδες παρεμβολής, αυτά ταξινομήθηκαν συστηματικά σε επίπεδο Οικογένειας (για τα Κολεόπτερα και τα Ορθόπτερα), ή άλλου taxon (**Πίνακας 4**). Αναγνωρίστηκαν συνολικά 41 taxa, τα οποία αφορούσαν κυρίως Αρθρόποδα, αλλά και Γαστερόποδα Μαλάκια και Δακτυλιοσκώληκες. Επιπλέον, σε κάποιες παγίδες συνελήφθησαν μικρά Θηλαστικά (όπως Τρωκτικά και Μυγαλές), και Αμφίβια. Από τα Αρθρόποδα εντοπίστηκαν 8 τάξεις Εντόμων και συγκεκριμένα: 4 οικογένειες Ορθοπτέρων, 18 οικογένειες Κολεοπτέρων (συμπεριλαμβανομένης της υπεριοικογένειας Scarabaeoidea), Μυρμήγκια και άλλα Υμενόπτερα, Δίπτερα, Ημίπτερα, Δερμάπτερα, καθώς και κάποια Δικτυόπτερα και Λεπιδόπτερα. Επιπλέον, ξεχωριστές κατηγορίες αποτέλεσαν οι προνύμφες Κολεοπτέρων και οι προνύμφες λοιπών Εντόμων. Τα υπόλοιπα Αρθρόποδα ήταν Χειλόποδα, Διπλόποδα, Ισόποδα και Αράχνες. Τέλος, ορισμένα Κολεόπτερα δεν κατέστη δυνατόν να αναγνωριστούν και παρέμειναν αταυτοποίητα σε ξεχωριστή κατηγορία.

Πίνακας 4. Τα taxa που αναγνωρίστηκαν από την ανάλυση των παγίδων παρεμβολής.

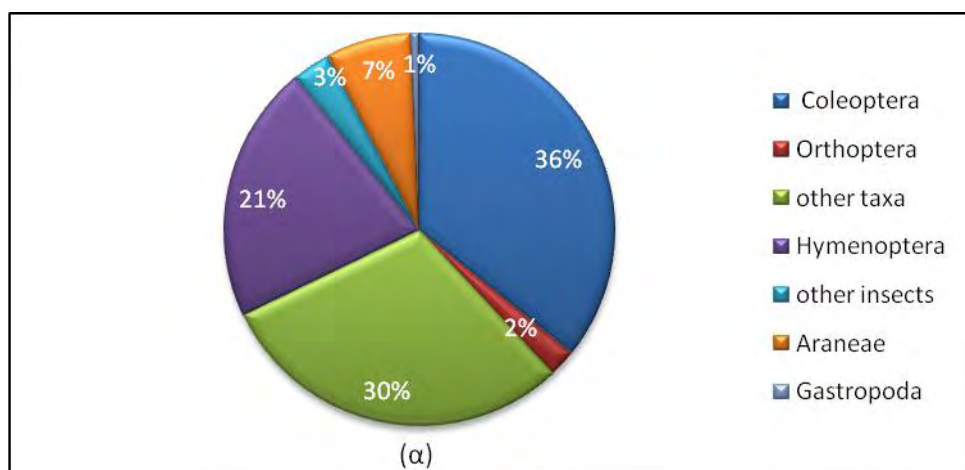
Τάξεις	Οικογένειες	1η Δειγματολ. 23/04/2014- 02/05/2014	2η Δειγματολ. 03/06/2014- 14/06/2014	3η Δειγματολ. 08/07/2014- 17/07/2014
Orthoptera	Acrididae	√	√	√
	Tettigoniidae	√	√	√
	Gryllidae	√	√	√
	Gryllotalpidae	√	√	√
	Carabidae	√	√	√
	Silphidae	√	√	√
	Staphylinidae	√	√	√
	Elateridae	√	√	√

Coleoptera	Tenebrionidae	√	√	√
	Scarabaeidae	√	√	√
	Coccinellidae	√	√	
	Curculionidae	√	√	√
	Dermestidae	√	√	√
	Melyridae	√	√	
	Geotrupidae		√	
	Meloidae	√	√	
	Hydrophilidae	√	√	
	Chrysomelidae		√	
	Histeridae		√	

	Scolytidae		√	
	Anthicidae		√	√
	Coleoptera larvae	√	√	√
	Unidentified Coleptera	√	√	√
Hymenoptera	Formicidae	√	√	√
	Other Hymenoptera	√	√	√
Diptera		√	√	√
Hemiptera		√	√	√
Lepidoptera			√	√
Dictyoptera			√	√

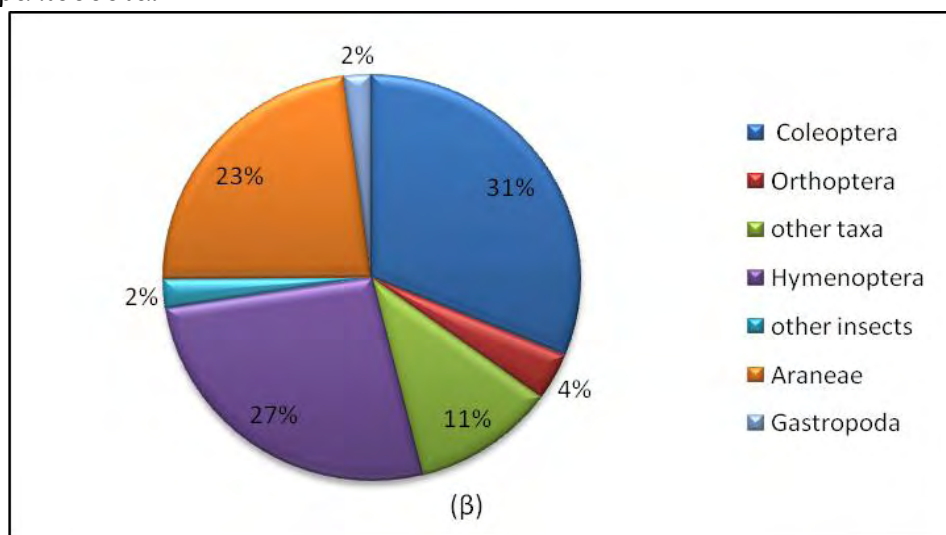
Insect larvae		✓	✓	✓
Chilopoda		✓	✓	✓
Diplopoda		✓	✓	✓
Isopoda		✓	✓	✓
Araneae		✓	✓	✓
Gastropoda		✓	✓	✓
Mammalia		✓	✓	

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συνολικών συλλήψεων στις παγίδες παρεμβολής (Γράφημα 6α) αντιστοιχεί στα Coleoptera (36%), ενώ ακολουθούν τα Other taxa στα οποία συμπεριλαμβάνονται οι Τάξεις: Dermaptera, Diplopoda, Chilopoda, Isopoda (30%) και τα Hymenoptera στα οποία περιλαμβάνεται και η οικογένεια Formicidae (21%). Έπονται τα Araneae με 7%, άλλα έντομα (3%) καθώς και Ορθόπτερα στα οποία περιλαμβάνεται η Οικογένεια Gryllidae (2%). Στις παγίδες εντοπίστηκαν επιπλέον Γαστερόποδα (1%) αλλά και σε ορισμένες συλλέχθηκαν μικρά Θηλαστικά (Τρωκτικά και Μυγαλές).



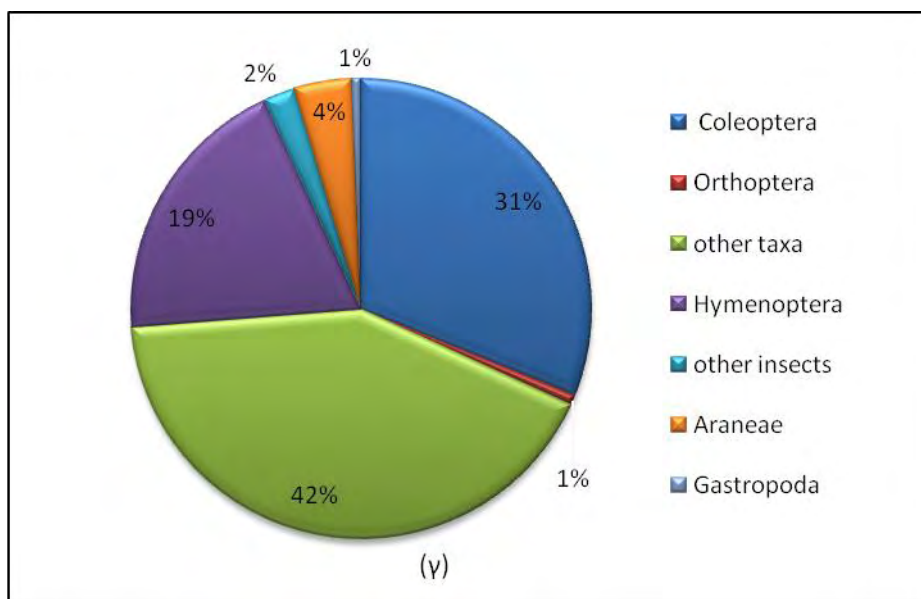
Γράφημα 6α . Συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) σε % ποσοστά, (α)συνολικά

Στις επιμέρους δειγματοληψίες τα ποσοστά παρουσιάζουν μια διαφορετική εικόνα από αυτή του συνόλου. Πιο συγκεκριμένα, κατά την 1η δειγματοληψία (Γράφημα 6β), υπερισχύουν τα Coleoptera (31%), έπονται τα Hymenoptera (27%) και τα Araneae (23%), ενώ μικρότερα ποσοστά καταλαμβάνουν τα Other taxa, τα Ορθόπτερα και οι λοιπές κατηγορίες. Στην 2η δειγματοληψία (Γράφημα 6γ), αυξημένα ποσοστά καταλαμβάνουν τα Other taxa (42%) και τα Coleoptera (31%). Ακολουθούν τα Hymenoptera (19%) και οι υπόλοιπες ταξινομικές κατηγορίες με μικρότερα ποσοστά.



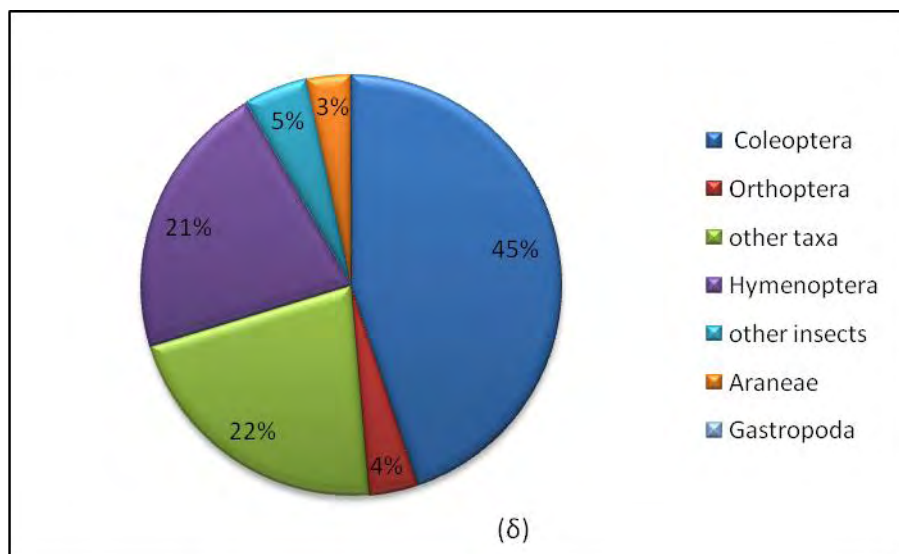
Γράφημα 6β. Συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) σε % ποσοστά (β)1η δειγματοληψία

Στην 2η δειγματοληψία (Γράφημα 6γ), αυξημένα ποσοστά καταλαμβάνουν τα Other taxa (42%) και τα Coleoptera (31%). Ακολουθούν τα Hymenoptera (19%) και οι υπόλοιπες ταξινομικές κατηγορίες με μικρότερα ποσοστά.



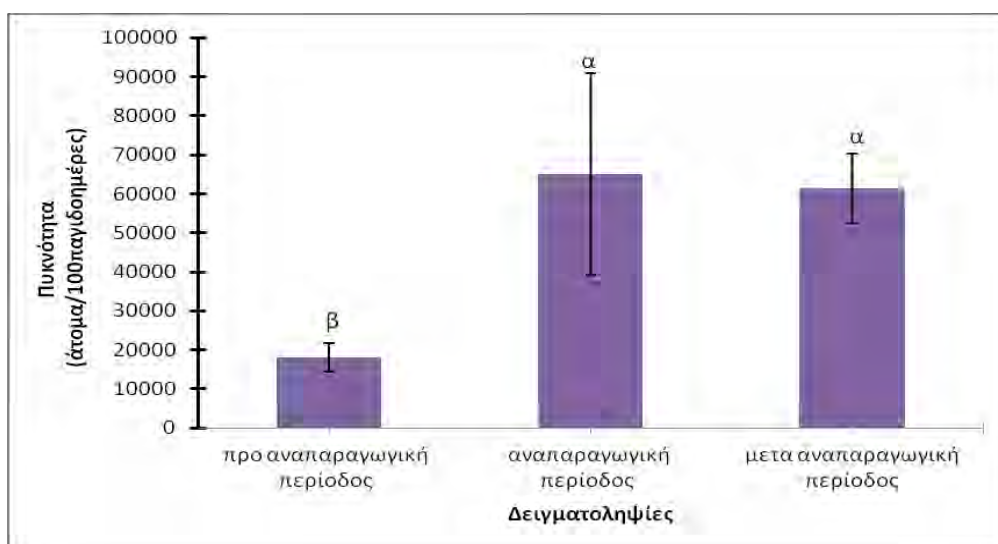
Γράφημα 6γ . Συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) σε % ποσοστά
(γ) 2η δειγματοληψία

Τέλος, στην 3η δειγματοληψία (Γράφημα 6δ), κυριαρχούν τα Coleoptera (45%) των συλλήψεων και ακολουθούν Other taxa και Hymenoptera με ποσοστά 22% και 21% αντίστοιχα. Μικρότερα ποσοστά κατέλαβαν οι υπόλοιπες κατηγορίες.



Γράφημα 6δ. Συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) σε % ποσοστά
(δ) 3η δειγματοληψία.

Η μέση πυκνότητα οργανισμών (άτομα/100 παγιδοημέρες) που συλλέχθηκαν με παγίδες παρεμβολής βρέθηκε να διαφέρει στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των τριών δειγματοληψιών του πειράματος ($H=26,85$, $p<0,005$) (Γράφημα 7). Συγκεκριμένα, η μέση πυκνότητα των χωραφιών της 1ης δειγματοληψίας βρέθηκε να διαφέρει στατιστικώς σημαντικά τόσο από αυτήν των χωραφιών της 2ης δειγματοληψίας ($U=44,5$, $p<0,005$), όσο και από την πυκνότητα οργανισμών στα χωράφια της 3ης δειγματοληψίας ($U=23$, $p<0,005$), ενώ στη 2η και 3η δειγματοληψία δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς τη μέση πυκνότητα οργανισμών των παγίδων παρεμβολής ($U=124$, $p>0,005$). Τέλος, η μέγιστη τιμή της πυκνότητας παρατηρήθηκε κατά την 2η δειγματοληψία, δηλαδή κατά την αναπαραγωγική περίοδο του Κιρκινεζιού.



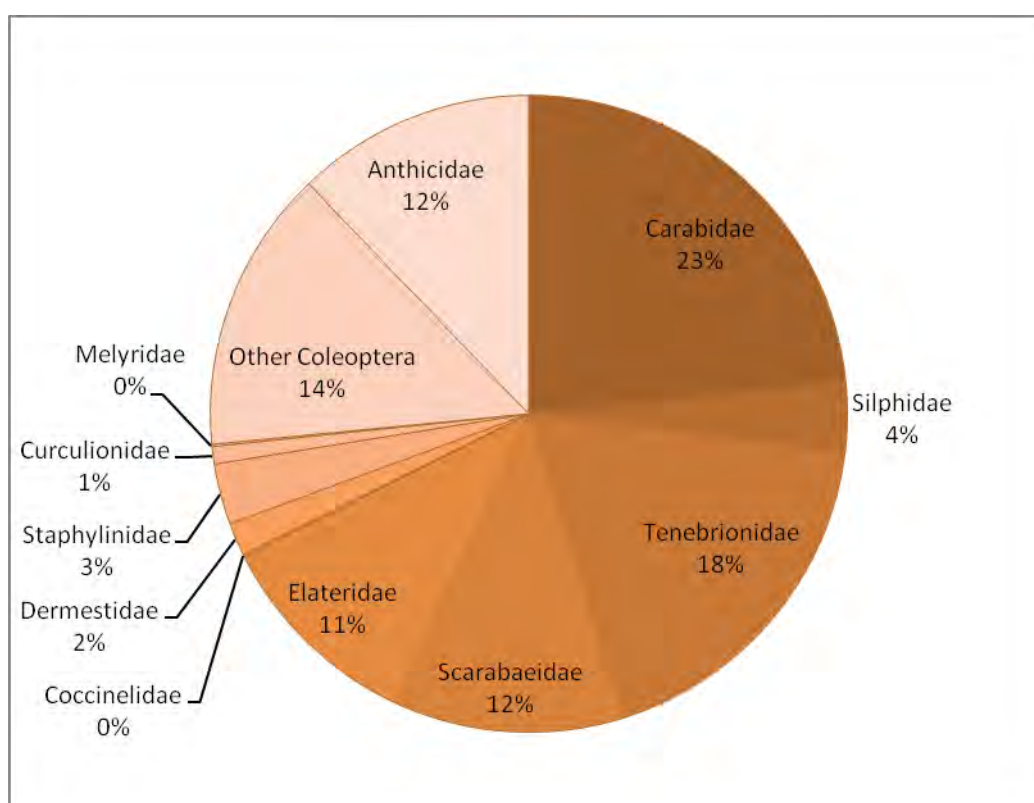
Γράφημα 7. Μέσος όρος (\pm τυπικό σφάλμα) της πυκνότητας (άτομα/100 παγιδοημέρες) των αρθροπόδων κατά τις τρεις περιόδους.

5.1.1 Εκτίμηση αφθονίας και πυκνότητας Κολεοπτέρων με παγίδες παρεμβολής

Συλλέχθηκαν συνολικά 7.486 Κολεόπτερα με τις παγίδες παρεμβολής, σε όλες τις δειγματοληψίες μαζί. Ειδικότερα, κατά την 1η δειγματοληψία συλλέχθηκαν 1108 Κολεόπτερα, κατά τη 2η δειγματοληψία συλλέχθηκαν 3.203 Κολεόπτερα και κατά την 3η δειγματοληψία συλλέχθηκαν 3.175 Κολεόπτερα. Οι προνύμφες Κολεοπτέρων δεν

συμπεριλήφθηκαν στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Τα Κολεόπτερα που συνελήφθησαν με παγίδες παρεμβολής, όπως και άλλα taxa, ανήκουν σε εδαφόβιες και μη οικογένειες.

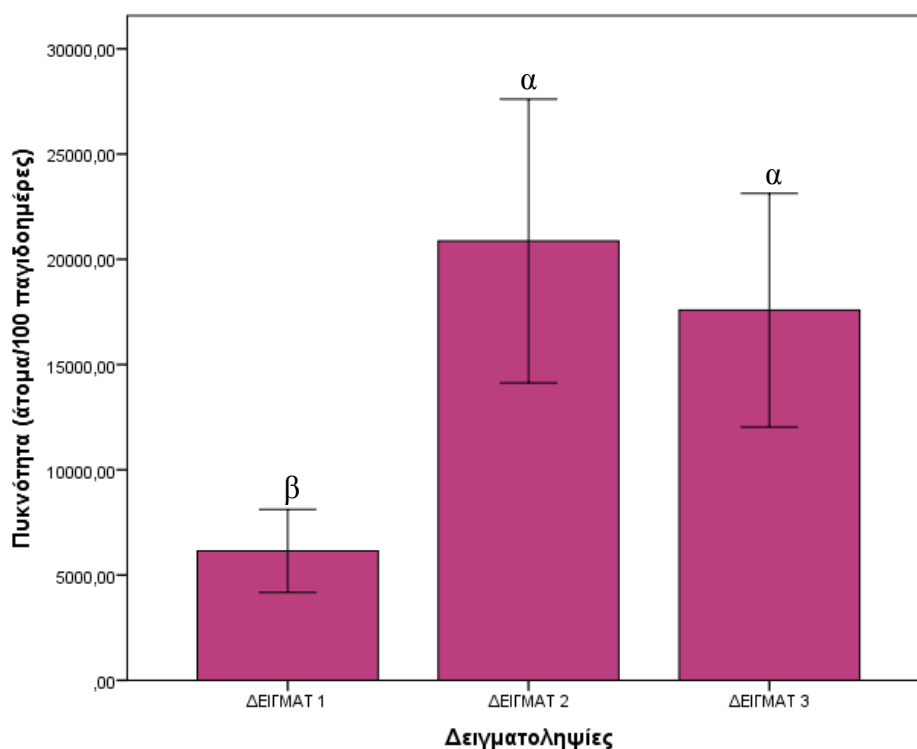
Από τα Κολεόπτερα, τη μεγαλύτερη σχετική αφθονία συγκεντρώνει η οικογένεια των Carabidae, κατέχοντας ποσοστό 23% περίπου των συνολικών συλλήψεων των Κολεοπτέρων (σε άτομα/100 παγιδοημέρες). Ακολουθούν κατά σειρά οι οικογένειες Tenebrionidae, Other Coleoptera, Anthicidae και η υπεροικογένεια Scarabaeoidea, ενώ όλες οι υπόλοιπες οικογένειες Κολεοπτέρων συγκεντρώνουν πολύ μικρά ποσοστά σχετικής αφθονίας (Γράφημα 8).



Γράφημα 8. Συνολική σχετική αφθονία Κολεοπτέρων στις παγίδες παρεμβολής

Εξετάζοντας την πυκνότητα των Κολεοπτέρων που συλλέχθηκαν με τις παγίδες παρεμβολής σε κάθε δειγματοληπτική φάση, η μεγαλύτερη πυκνότητα παρατηρήθηκε κατά την 2η δειγματοληψία, ενώ η μικρότερη κατά την 1η. Οι τρεις δειγματοληψίες παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς τη συνολική πυκνότητα των Κολεοπτέρων ($F=9,72$, $p<0,05$). Ο post-hoc Tukey's έλεγχος ανά ζεύγη κατέδειξε πως η πυκνότητα Κολεοπτέρων της 1ης δειγματοληψίας διέφερε σημαντικά τόσο από αυτήν της 2ης ($p<0,05$), όσο και από την πυκνότητα

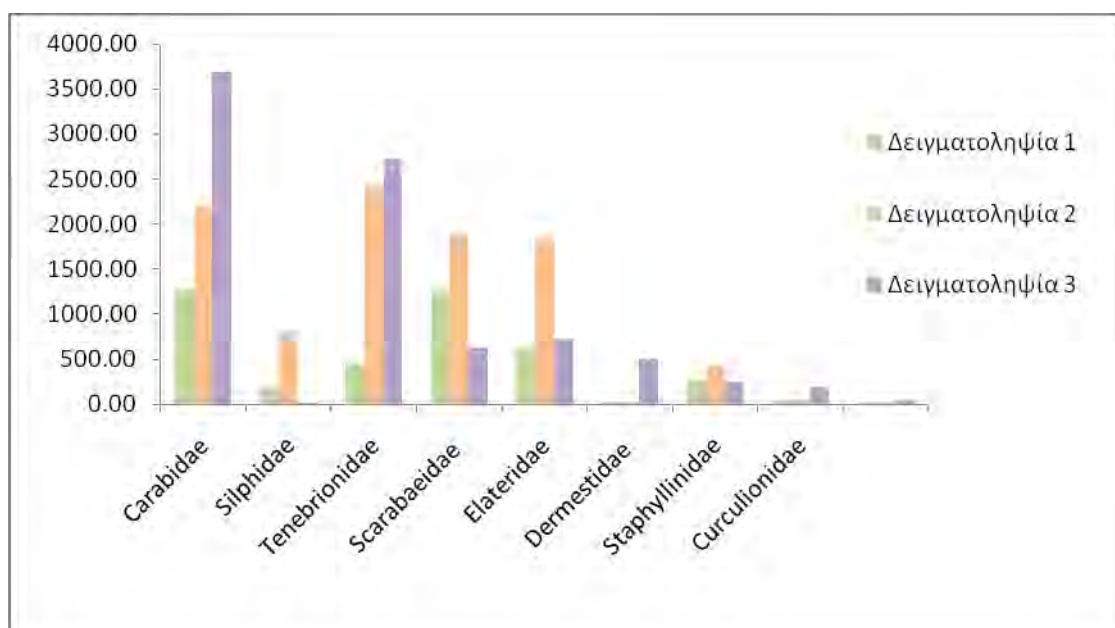
Κολεοπτέρων της 3ης δειγματοληψίας ($p < 0,05$). Αντίθετα, δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους οι πυκνότητες 2ης και 3ης δειγματοληψίας ($p > 0,05$).



Γράφημα 9. Μέσος όρος πυκνότητας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (άτομα/100 παγιοδοημέρες) για τις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος.

Έπειτα εξετάστηκε ο μέσος όρος της πυκνότητας για κάθε οικογένεια Κολεοπτέρων, με σκοπό την παρατήρηση των στατιστικώς σημαντικών διαφορών στο επίπεδο της οικογένειας ανά δειγματοληψία που παρουσιάζεται αναλυτικά στο Γράφημα 9.

Σε όλες τις δειγματοληπτικές φάσεις, η οικογένεια Carabidae συγκέντρωσε τα περισσότερα άτομα, υπερέχοντας από όλες τις υπόλοιπες οικογένειες Κολεοπτέρων. Σημαντικά υψηλή αφθονία συγκέντρωσαν επίσης κατά σειρά οι οικογένειες Tenebrionidae και η υπεροικογένεια Scarabaeoidea (κυρίως κατά την 2η δειγματοληψία), καθώς και οι οικογένειες Elateridae (κυρίως κατά την 2η δειγματοληψία).



Γράφημα 10. Αφθονία Κολεοπτέρων ανά οικογένεια και δειγματοληψία (σε άτομα/100 παγιδοημέρες).

Συνολικά, η 2η δειγματοληψία (κατά την περίοδο αναπαραγωγής των Κιρκινεζιών) παρουσίασε τον μεγαλύτερο αριθμό taxa (οικογένειες) και ατόμων Κολεοπτέρων, ακολουθούμενα από την 3η και έπειτα την 1η δειγματοληψία οι οποίες συγκέντρωσαν λιγότερα άτομα και λιγότερες οικογένειες Κολεοπτέρων (Γράφημα 10).

5.1.2 Εκτίμηση ποικιλότητας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής

Η ποικιλότητα των οικογενειών των Κολεοπτέρων μελετήθηκε χρησιμοποιώντας τους δείκτες ποικιλότητας Shannon-Weiner, Simpson, Berger Parker Dominance και Pielou (J) (Πίνακας 5). Σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) παρατηρήθηκαν ως προς τις οικογένειες των Κολεοπτέρων στις τρεις φάσεις του πειράματος.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι υψηλότερες τιμές ποικιλότητας και ισοκατανομής των οικογενειών των Κολεοπτέρων σημειώθηκαν στη πρώτη δειγματοληψία ακολουθούμενη από τη δεύτερη δειγματοληψία, ενώ η χαμηλότερη τιμή ποικιλότητας και ισοκατανομής των οικογενειών των Κολεοπτέρων σημειώθηκε στη τρίτη δειγματοληψία.

Πίνακας 5. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των αρθροπόδων.

Δείκτες	Δειγματοληψία 1	Δειγματοληψία 2	Δειγματοληψία 3
Individuals	2554	10530	6739
Shannon-Weiner	1,74a*	1,68b	1,57c
Simpson	4,87a	4,48b	4,01c
Berger Parker Dominance	0,26b	0,37a	0,36a
Pielou (J)	0,75a	0,73a	0,68b

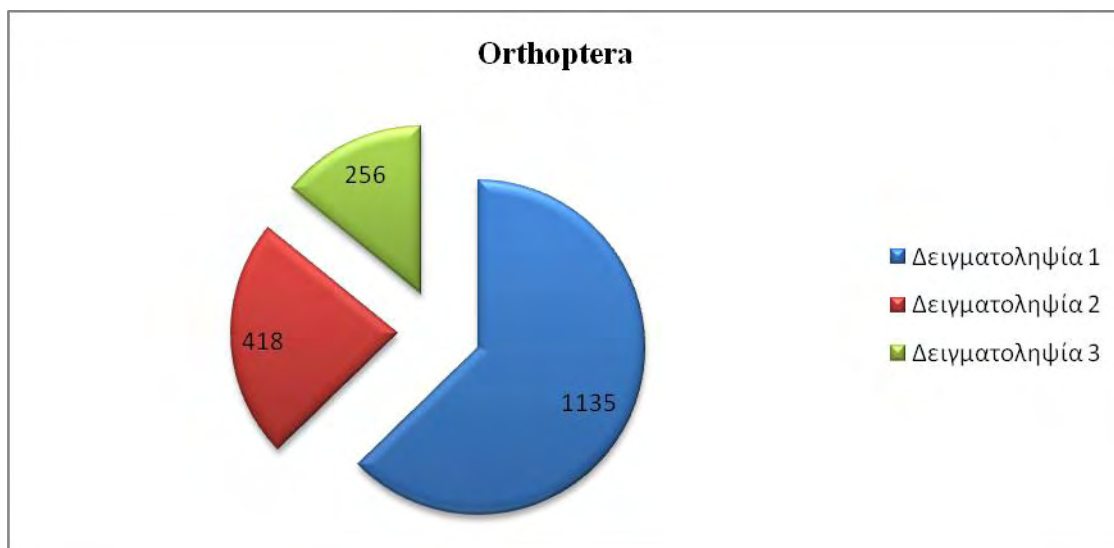
*Τιμές των δεικτών ποικιλότητας στην ίδια γραμμή ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

5.2 Εκτίμηση αφθονίας Ορθοπτέρων με Γραμμικές διαδρομές (Line transects)

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 290 line transects καταμέτρησης Ορθοπτέρων σε 58 χωράφια (5 transects/χωράφι), στη διάρκεια των τριών δειγματοληπτικών περιόδων του πειράματος, κατά τα οποία καταμετρήθηκαν συνολικά 1809 Ορθόπτερα. Ο αριθμός χωραφιών στα οποία πραγματοποιήθηκαν line transects στις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος φαίνονται στον Πίνακα 6. Ενώ η αφθονία Ορθοπτέρων ανά δειγματοληψία παρουσιάζεται στο παρακάτω Γράφημα 11.

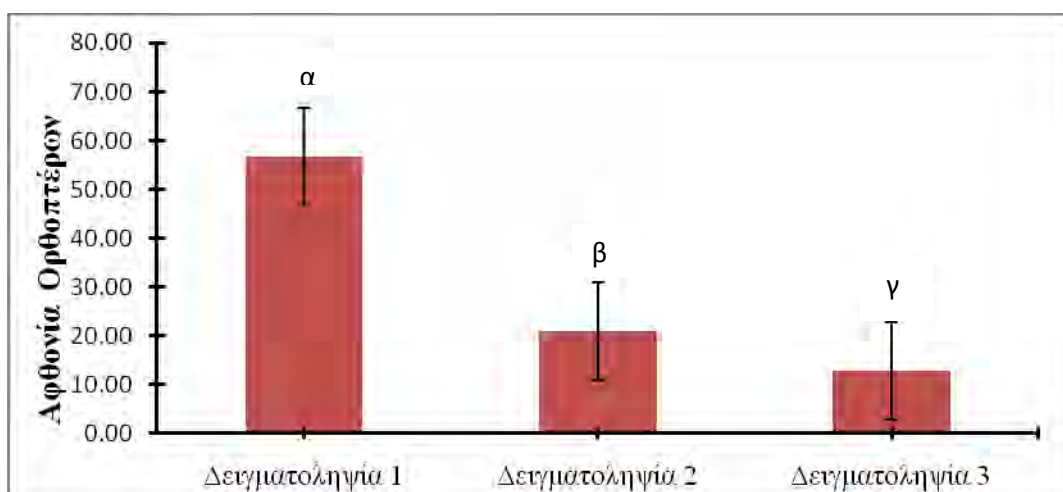
Πίνακας 6.Αριθμός χωραφιών, όπου πραγματοποιήθηκαν line transects κατά τις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος.

Δειγματοληψία		1η	2η	3η	Γενικό άθροισμα
Ημερομηνία		23/4-2/5	4/6-10/6	10/7-15/7	
		Αριθμός χωραφιών			
Τύπος καλλιέργειας	Σιτάρι	20	21	17	57
Συνολικός αριθμός transects		100	105	85	290



Γράφημα 11. Αφθονία στις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις.

Στο Γράφημα 11, παρουσιάζεται η αφθονία των Ορθοπτέρων κατά τις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις. Παρατηρούμε ότι κατά την πρώτη δειγματοληψία ο αριθμός των Ορθοπτέρων είναι αισθητά υψηλότερος (1135) σε σχέση με τις άλλες δύο. Έπεται η αφθονία της 2ης(418) και της 3ης(256) δειγματοληψίας του πειράματος. Αντίστοιχα, στο Γράφημα 12, παρουσιάζεται ο μέσος όρος της αφθονίας των Ορθοπτέρων για τις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος, καθώς και το τυπικό σφάλμα για τις καταμετρήσεις κάθε φάσης. Ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis κατέδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των συνολικών καταμετρήσεων Ορθοπτέρων των τριών δειγματοληψιών ($Chi-square = 15,45$, $p < 0,05$).



Γράφημα 12. Μέσος όρος αφθονίας Ορθοπτέρων κατά τις τρεις φάσεις του πειράματος.

Ο Mann-Whitney U έλεγχος ανά ζεύγη ανέδειξε ότι ο μέσος όρος της αφθονία των Ορθοπτέρων της 1ης δειγματοληψίας διέφερε σημαντικά τόσο από αυτήν της 2ης ($p<0,05$), όσο και από της 3ης δειγματοληψίας ($p<0,05$). Αντίθετα, διέφερε σημαντικά μεταξύ τους ο μέσος όρος της αφθονίας της 2ης και 3ης δειγματοληψίας ($p>0,05$).

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με τους Στάη και Πυροβέτση (2004), η δομή της βλάστησης, η ανθρώπινη δραστηριότητα και η αφθονία τροφής επηρεάζουν τη χωρική κατανομή και την ποικιλότητα των ειδών των πουλιών. Η αύξηση όμως της έντασης των καλλιεργητικών πρακτικών και της αγροτικής διαχείρισης εν γένει κατά τις πρόσφατες δεκαετίες, φάνηκε ότι είχε ένα ισχυρό αντίκτυπο στο αγροτικό τοπίο. Το γεγονός αυτό, επηρέασε δυσμενώς την ποιότητα και τον πλούτο των αγροτικών ενδιαιτημάτων, κυρίως μειώνοντας τα τροφικά αποθέματα (Αρθρόποδα κ.α.), αλλά και άλλους πόρους που αποτελούν κύριο παράγοντα για την επιβίωση και την διατήρηση του πληθυσμού της Ορνιθοπανίδας. Κατ' αυτόν τον τρόπο επηρεάστηκε η διασπορά και η πυκνότητα των πουλιών της υπαίθρου, αλλά επίσης η τροφική οικολογία τους, η αναπαραγωγική τους επιτυχία και τελικά η επιβίωσή τους.

Η παρούσα έρευνα εστίασε στην εξέταση των κύριων χρήσεων γης στην περιοχή έρευνας, η οποία αποτελεί τον πυρήνα τροφοληπτικής δραστηριότητας του Κιρκινεξιού των παρακείμενων αποικιών, κατά την περίοδο αναπαραγωγής του. Ο υπό μελέτη τύπος καλλιέργειας ήταν το σιτάρι, το οποίο ελέγχθηκε ως προς την αφθονία, τον πλούτο και την ποικιλότητα της πανίδας του που αποτελεί εν δυνάμει λεία του είδους, δηλαδή τη διαθεσιμότητα τροφής για το Κιρκινέζι. Ο συγκεκριμένος τύπος καλλιέργειας καταλαμβάνει τη σημαντικότερη έκταση στην περιοχή και είναι χειμερινή, εντατική καλλιέργεια, με σημαντικές εισροές χημικών λιπασμάτων και γεωργικών φαρμάκων.

Η συλλογή ζώων με παγίδες παρεμβολής είχε ως στόχο τα εδαφικά μακρο-Αρθρόποδα και δεν αφορούσε ούτε ήταν κατάλληλη μέθοδος σύλληψης άλλων ομάδων ζώων, π.χ. ιπτάμενων. Ωστόσο, μη εδαφικά taxa που συνελήφθηκαν, αποτέλεσαν ένδειξη της γενικότερης πανιδικής ποικιλότητας του οικοσυστήματος. Η ταυτοποίηση και συστηματική κατάταξη των συλληφθέντων ατόμων έγινε σε επίπεδο οικογένειας για τα Κολεόπτερα και Ορθόπτερα και τάξης ή φύλου για τους υπόλοιπους οργανισμούς. Η διάκριση αυτή σε κατηγορίες ανώτερες του είδους έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς και προτείνεται για μελέτες βιοποικιλότητας τοπικής κλίμακας (Biaggini *et al.*, 2007), ενώ η συγκεκριμένη εργασία ερευνά την βιοποικιλότητα από την πλευρά της αφθονίας και διαθεσιμότητας τροφής για το

Κιρκινέζι, οπότε η κατηγοριοποίηση των τύπων λείας του είδους, αντικατοπτρίζεται και στην καταγραφή των ευρημάτων των παγίδων παρεμβολής.

Ο συνολικός αριθμός Κολεοπτέρων που συλλέχθηκαν με παγίδες παρεμβολής αυξάνεται κατά την 2η δειγματοληψία. Έπειτα, κατά την τρίτη περίοδο φαίνεται να παρουσιάζει μια μικρή μείωση ως προς τον αριθμό των ατόμων που συλλέχθηκαν. Η σχετικά μειωμένη αφθονία ατόμων που παρατηρήθηκε στην 1η δειγματοληψία, μπορεί να οφείλεται στις καλλιεργητικές φροντίδες που ενδεχομένως να εφαρμόστηκαν κατά την περίοδο του ξεσταχυάσματος, όπως π.χ. η λίπανση ή ακόμα οι κλιματολογικές συνθήκες να μην ήταν κατάλληλες για την κινητικότητα των Αρθροπόδων. Κατά την 2η και 3η δειγματοληψία, παρά το γεγονός του θερισμού, ο συνολικός αριθμός των εντόμων παρατηρούμε ότι αυξάνεται ιδιαίτερα σημαντικά.

6.1 Πυκνότητα και ποικιλότητα Αρθροπόδων

Σύμφωνα με τους García et al. (2006), η αφθονία των αρθροπόδων στις περισσότερες περιοχές της Ευρώπης έχει υποστεί μια δραματική μείωση προκληθείσα από τις τροποποιήσεις στις γεωργικές πρακτικές, με σημαντικές αλλαγές στην επιλογή των ενδιαιτημάτων αναπαραγωγής και στη συμπεριφορά τροφοληψίας πολλών απειλούμενων αρπακτικών ειδών. Στις παγίδες παρεμβολής, εντός της καλλιέργειας σιταριού της περιοχής έρευνας, βρέθηκε μεγάλη ποικιλία Αρθροπόδων όπως: Coleoptera, Orthoptera, Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, Dermaptera, Chilopoda, Diplopoda, Isopoda και Araneae, όπως έχει βρεθεί και σε παρόμοιες έρευνες (Gardi et al., 2006).

Συνολικά τα Κολεόπτερα που καταμετρήθηκαν κυριαρχούνται από την οικογένεια Carabidae, η οποία είναι η πλέον άφθονη οικογένεια Κολεοπτέρων και στις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος. Τα Carabidae ως η πιο πολυπληθής ομάδα κατεξοχήν εδαφόβιων Κολεοπτέρων (Larsen et al., 2003), είναι αναμενόμενο να συλλεχθεί σε μεγάλους αριθμούς, ενώ σημαντικές αφθονίες καταγράφηκαν και για τις οικογένειες Elateridae και Tenebrionidae.

Η οικογένεια των Carabidae, εκτός του ότι είναι από τις περισσότερο πολυπληθείς στα αγροοικοσυστήματα, θεωρείται ότι αντιπροσωπεύεται καλύτερα σ' αυτά σε σύγκριση με άλλα οικοσυστήματα (Kromp, 1999). Τα περισσότερα είδη της

οικογένειας αυτής είναι θηρευτές και θεωρούνται σημαντικά στον έλεγχο παρασίτων στις γεωργικές καλλιέργειες (Luff, 1989, Andersen, 1992, Veromann *et al.*, 2006), ενώ ορισμένα είναι σποροφάγα και καταναλώνουν τους σπόρους ζιζανίων (Honek *et al.*, 2003). Έχουν χρησιμοποιηθεί ως δείκτες για την εκτίμηση των επιπτώσεων της μακροχρόνιας άσκησης εντατικής γεωργίας (Dierks, 1986, Körner, 1990). Επίσης έχει μελετηθεί η επίδραση διαφόρων γεωργικών πρακτικών στη βιοκοινότητα των Carabidae, όπως είναι οι ποικίλες μορφές άροσης (Baguette and Hance, 1997), λίπανσης (Idinger *et al.*, 1996) και εγκατάλειψης (Burrell and Baundry, 1995) κλπ. Οι υπόλοιπες πολυπληθείς ομάδες Κολεοπτέρων του πειράματος συναντώνται σε μεγάλους αριθμούς στα μεσογειακά οικοσυστήματα (Trihas and Legakis, 1991). Η οικογένεια Tenebrionidae αντιπροσωπεύεται από φυτοφάγα είδη που αξιοποιούν την οργανική ουσία του εδάφους, καθώς αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα για την επιβίωσή τους (Σολωμού, 2013). Η οικογένεια Elateridae είναι εξίσου, μια αντιπροσωπευτική οικογένεια φυτοφάγων ειδών (Skalski and Pośpiech, 2006). Έτσι, υπάρχει αυστηρή σύνδεση του χαρακτήρα της βλάστησης και της τροφικής ομάδας στην οποία ανήκουν οι οργανισμοί (Skalski and Pośpiech, 2006), κάτι το οποίο εξηγεί την υψηλή αφθονία των τριών παραπάνω οικογενειών στις καλλιέργειες της περιοχής έρευνας.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί, ότι, κατά τη 2η δειγματοληψία, καταμετρήθηκαν αρκετά τρωκτικά, όπως και αυξημένος αριθμός κολεόπτρων που ανήκουν στην οικογένεια Silphidae. Η οικογένεια αυτή, αντιπροσωπεύεται από σαπροφάγα είδη που εντοπίζονται σε δάση, καθώς και σε διαχειριζόμενα λιβάδια, τα οποία και εκμεταλλεύονται τη νεκρή οργανική ύλη (Skalski and Pośpiech, 2006). Επίσης, η οικογένεια Anthicidae βρέθηκε σε μεγάλη αφθονία. Τα είδη που ανήκουν στην οικογένεια Anthicidae είναι σαπροφάγα με μικρό κύκλο ζωής και άφθονα σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, αντιπροσωπεύοντας πολλές φορές πάνω από 50% του συνόλου των κολεόπτρων (Grez *et al.*, 2004).

Όσον αφορά τα Ορθόπτερα, φαίνεται από τα δεδομένα των γραμμικών διαδρομών ότι το σιτάρι είναι μια καλλιέργεια ιδιαίτερα πλούσια σε άτομα της τάξης αυτής. Χωράφια με περισσότερα αγρωστώδη και πυκνή φυτοκάλυψη συντηρούν αυξημένους αριθμούς Ορθοπτέρων, σε αντίθεση με άλλα στα οποία κυριαρχούν πολυετή, πλατύφυλλα ή ξυλώδη φυτά (Μακρή, 2015). Οι φυτικές κοινότητες έχουν σημαντική επίδραση στους πληθυσμούς και την πυκνότητα των Ορθοπτέρων, καθώς

σχετίζονται με την ποσότητα και ποιότητα της τροφής τους (De Wysiecki, *et al.*, 2011). Οι μεγαλύτερες πυκνότητες Ορθοπτέρων σε ημι-φυσικά περιβάλλοντα όπως λιβάδια, αγροαναπαύσεις και ακαλλιέργητα περιθώρια, σε σχέση με τους υπόλοιπους τύπους καλλιεργητικών ενδιαιτημάτων επιβεβαιώνονται από τους Rodriguez και Bustamante (2008), σχετίζοντας επιπλέον θετικά την πυκνότητα Ορθοπτέρων με την φυτική κάλυψη του χωραφιού και αρνητικά με την αύξηση της επιφάνειάς του.

Επιπρόσθετα, στην συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δείκτες ποικιλότητας ώστε να εκτιμηθούν οι επιδράσεις των καλλιεργητικών πρακτικών των σιτηρών στην κοινότητα των Αρθροπόδων (Odum, 1996). Στην 1η δειγματοληψία καταγράφηκε χαμηλός δείκτης επικράτησης και υψηλοί δείκτες ποικιλότητας Simpson, Shannon και ομοιομορφίας, ενώ αντίθετη τάση εμφανίζεται στους δείκτες ποικιλότητας της 2ης δειγματοληψίας και έπειτα της 3ης.

Μια πιθανή ερμηνεία είναι ότι το μήνα Μάιο η βιομάζα των ποωδών φυτών βρίσκεται στο μέγιστο της ανάπτυξής της με αποτέλεσμα τα περισσότερα φυτοφάγα αρθρόποδα να βρίσκουν τροφή, θρεπτικά στοιχεία και προστασία (Σολωμού, 2013). Επίσης, ίσως οι κλιματικές συνθήκες του Μαΐου (π.χ. θερμοκρασία και υγρασία) να ήταν ιδανικές για την ανάπτυξη του πληθυσμού των αρθροπόδων σε σχέση με τους άλλους δυο μήνες (Ιούνιο και Ιούλιο) όπου πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες. Σύμφωνα με τους Rooney and Waller (2003), η διακύμανση της συνάθροισης των αρθροπόδων είναι πιθανή λόγω των σύνθετων τροφικών πλεγμάτων (Σολωμού, 2013).

Επιπρόσθετα, άλλη μια παράμετρος από την οποία επηρεάζεται η ποικιλότητα των αρθροπόδων είναι η βλάστηση (ποώδη και ξυλώδη φυτά) στα όρια του χωραφιού, η οποία συνιστά καταφύγιο διαφόρων ειδών και χαρακτηρίζεται ως τράπεζα κολεοπτέρων. Αυτό συμβαίνει, στη βλάστηση των περιθωρίων διατηρούνται σημαντικοί πληθυσμοί θηρευτών (π.χ. Carabidae), που είτε περιορίζονται στα όρια τους είτε χρησιμοποιούν τις γύρω καλλιεργούμενες επιφάνειες για να βρουν τροφή και καταφύγιο (Prasad and Snyder 2006, Τσιαφούλη 2007, Σολωμού 2013).

Σύμφωνα με σχετικές έρευνες (Stirling and Wilsey, 2001) Μαθηματικά μοντέλα Πρόβλεψης έχουν αποδείξει σημαντική θετική σχέση μεταξύ της ποικιλότητας και της ισοκατανομής των ειδών. Επίσης, σε επίπεδο χωραφιού, το σύστημα διαχείρισης και οι κλιματικές συνθήκες έχουν αποδειχθεί ότι έχουν ισχυρή επίδραση στην ποικιλότητα των αρθροπόδων (Melnychuk *et al.* 2003, Clough *et al.*

2007). Συμπεραίνεται ότι η καλλιέργεια των σιτηρών εμφανίζει σχετικά ικανοποιητική ποικιλότητα πανίδας Κολεοπτέρων κατά την πρώτη δειγματοληψία αποτελώντας σημαντικό ενδιαίτημα για την τροφοληψία του Κιρκινεζιού και σημαντικό παράγοντα για την οικολογική ισορροπία του οικοσυστήματος της καλλιέργειας των σιτηρών γενικότερα.

6.2 Αξιολόγηση ενδαιτήματος (σιτάρι) ως προς την διαθεσιμότητα τροφής για το Κιρκινέζι

Παρότι δεν υπάρχει γραμμική σχέση εντατικοποίησης της γεωργίας και απώλειας πλούτου ειδών (Burel *et al.*, 1998), εντούτοις η γεωργία κατά κανόνα ‘απλοποιεί’ τα οικοσυστήματα (Sponsel, 2001) και έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους μεγαλύτερους συντελεστές απώλειας βιοποικιλότητας παγκοσμίως (McLaughlin & Mineau, 1995). Η επίδραση της διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων είναι σημαντική για τη σύνθεση των ειδών των αρθροπόδων σε γεωργικές εκτάσεις και των πουλιών σε μεγαλύτερη κλίμακα (Weibull and Östman, 2003).

Η σύνθεση των ενδαιτημάτων γύρω από τις αποικίες των πουλιών ποικίλουν μεταξύ των περιοχών (Catry *et. al.*, 2009) και οι αλλαγές στις γεωργικές δραστηριότητες παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή των ενδαιτημάτων (Ribeiro, 2007). Μεταξύ των καλλιεργειών της περιοχής έρευνας, το σιτάρι φαίνεται να αποτελεί το σπουδαιότερο ενδιαίτημα τροφοληψίας, καθώς προσφέρει υψηλή αφθονία τροφής συμπεριλαμβανομένων των εδαφόβιων Κολεόπτερων και Ορθόπτερων, τα οποία αποτελούν προτεραιότητα στη διαίτα του Κιρκινεζιού (Parr *et al.*, 1995).

Σύμφωνα με τον Βλαχόπουλο (2014), στο Ανατολικό-Νοτιοανατολικό τμήμα του Θεσσαλικού κάμπου, όπου διεξήχθη η έρευνα, παρατηρήθηκε ότι ανάμεσα σε όλα τα διαθέσιμα ενδαιτήματα (Σιτηρά, Βαμβάκι, Καλαμπόκι, Μηδική, Βοσκότοποι, Αμυγδαλιές, Ελαιώνες, Κηπευτικά, εκτάσεις σε αγρανάπαυση, λοιπές δενδρώδεις καλλιέργειες, λοιπές καλλιέργειες), το πρώτο σε επιλογή τροφοληψίας ενδιαίτημα και από το θηλυκό αλλά και από το αρσενικό αντίστοιχα ήταν το σιτάρι. Ενώ παράλληλα, σύμφωνα με την Μακρή (2015), από τα υπό μελέτη εμετικά σύμπηκτα (Pellets)

προέκυψε ότι η διατροφή του Κιρκινεζιού, κατά την αναπαραγωγική του περίοδο, αποτελούνταν σε ποσοστό 98,9% από Αρθρόποδα, και πιο συγκεκριμένα από Ορθόπτερα (Tettigoniidae και Acrididae) και Κολεόπτερα (Carabidae και Scarabaeidae). Έτσι, το σιτάρι σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν στην παρούσα εργασία, θα μπορούσε να καλύψει σε μεγάλο βαθμό τη διατροφή του είδους, δεδομένου του υψηλού αριθμού Κολεοπτέρων και Ορθοπτέρων τη συγκεκριμένη περίοδο.

Η δομή της βλάστησης καθορίζει τη διαθεσιμότητα της λείας, και αυτό είναι κρίσιμης σημασίας για την ορατότητα του είδους, η οποία μπορεί να επηρεάζεται από την πυκνότητα και το ύψος της βλάστησης (Κρίκου, 2014). Η αραιή βλάστηση και το ύψος της καλλιέργειας ενισχύει την πιθανότητα εύρεσης της λείας του είδους, προσφέροντάς της ταυτόχρονα και καταφύγιο (Ribeiro, 2007). Ακόμα και το μήνα του θερισμού (3η δειγματοληψία), το ενδιαίτημα του σιταριού, παραμένει υψηλής ποιότητας ενδιαίτημα τροφοληψίας, καθώς μειώνεται η φυτοκάλυψη, γεγονός που διευκολύνει την αύξηση της προσβασιμότητας στη λεία (Catry *et al.*, 2012).

6.3 Αφθονία εδαφόβιων Κολεόπτέρων και Ορθόπτέρων σε τρεις φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του είδους

Η επιλογή της λείας σχετίζεται άμεσα με τις διαφορετικές φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του είδους και τις ενεργειακές απαιτήσεις του. Κατά τη διάρκεια του κύκλου αναπαραγωγής του είδους, σημασία έχει η ετερογένεια των αγροτικών τοπίων γύρω από τις αποικίες, όπου οι καλλιέργειες βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης παρέχοντας μεταβλητό ύψος βλάστησης και κάλυψη (Rodríguez *et al.*, 2013). Πιο συγκεκριμένα, η αναπαραγωγή των αρπακτικών εξαρτάται ισχυρά από τη διαθεσιμότητα τροφής και κυρίως τα εντομοφάγα αρπακτικά εξαρτώνται από τους πληθυσμούς εντόμων και ιδίως τις εξάρσεις τους. Τέλος, καθώς η αναπαραγωγή απαιτεί ενεργειακά αποθέματα, τα είδη αυτά ίσως προσαρμόζουν την αναπαραγωγική τους φαινολογία για να επωφεληθούν από την κορύφωση στην πυκνότητα των πληθυσμών της λείας τους (Rodríguez *et al.*, 2010).

Πριν την αναπαραγωγική περίοδο

Παρατηρήθηκε μειωμένος αριθμός ατόμων λείας στις παγίδες εδαφοκάλυψης, και πιο συγκεκριμένα μειωμένη αφθονία Κολεοπτέρων. Αυτό, πιθανόν να οφείλεται στις πρακτικές διαχείρισης των καλλιεργειών, οι οποίες επηρεάζουν την αφθονία, την ποικιλία και την επιβίωση των κολεοπτέρων του εδάφους, όπως είναι η εφαρμογή φυτοφαρμάκων την άνοιξη που είναι επιβλαβής για τα εδαφόβια κολεόπτερα (Carmona and Landis, 1999) και η άρδευση που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αφθονία, καθώς η λεία τείνει να συγκεντρώνεται στα περιθώρια των χωραφιών (Vlachos *et al.*, 2014). Αντίθετα με την εικόνα των Κολεοπτέρων, τα Ορθόπτερα παρουσίασαν ιδιαίτερα υψηλή αφθονία. Οι γρύλοι (*Gryllotalpa gryllotalpa*) είναι ένα σημαντικό συστατικό της διατροφής του κικινεζιού πριν την αναπαραγωγή μαζί με τις μεγάλες ακρίδες (Rodríguez *et al.*, 2010, Catry *et al.*, 2012) κάτι που δεν επιβεβαιώνεται στην περιοχή μας, καθώς τα *Gryllotalpa* δεν βρέθηκαν σε σημαντική αφθονία ούτε στα εμέσματα της περιόδου, αλλά ούτε βρέθηκαν σε σημαντικούς αριθμούς στο πεδίο, σύμφωνα με τα ευρήματα των παγίδων παρεμβολής. Από την ανάλυση εμεσμάτων, γίνεται φανερό ότι κατά την προ-αναπαραγωγική περίοδο, την εποχή σχηματισμού ζευγαριών και ερωτοτροπίας, τα Κικινέζια επέλεξαν ως σημαντικότερη κατηγορία λείας τα Κολεόπτερα, τα οποία βρέθηκαν σε μεγαλύτερη αφθονία στα εμέσματα αυτής της περιόδου. Η περίοδος αυτή συμπληρώνεται διατροφικά για τα Κικινέζια με Formicidae, Δερμάπτερα και το γένος *Scolopendra* (Μακρή, 2015)

Κατά την αναπαραγωγική περίοδο

Στην καλλιέργεια του σιταριού παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους της αφθονίας της τροφής πριν από την αναπαραγωγή και κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής, γεγονός που αιτιολογείται από τις μεταβολές στην ανάπτυξη των καλλιεργειών, καθώς και από την επίδραση των γεωργικών δραστηριοτήτων (Rodríguez *et al.*, 2013). Ωστόσο, κατά την περίοδο αυτή, οι διατροφικές απαιτήσεις του είδους αυξάνονται (Rodríguez *et al.*, 2013) και η

συγκομιδή των καλλιεργειών συμβάλλει στην αύξηση της διαθεσιμότητας της λείας (Vlachos *et al.*, 2014). Τόσο η ποιότητα όσο και η διαθεσιμότητα της λείας έχουν αποδειχθεί ότι είναι καθοριστικοί παράγοντες για τη διαμόρφωση της αναπαραγωγικής επιτυχίας, που αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο για τη σταθερότητα αυτού του πληθυσμού (Rodríguez and Bustamante, 2008). Όσον αφορά τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, στη συγκεκριμένη φάση παρατηρήθηκε η υψηλότερη αφθονία εδαφόβιων Κολεόπτρων, τα οποία αποτελούν σημαντικό μέρος της διατροφής του κirkινεζιού κατά την αναπαραγωγή (Pietersen and Symes, 2010). Ωστόσο, πολλά από τα αρθρόποδα, που είναι σημαντικά είδη διατροφής για τα πουλιά, είναι επίσης ευάλωτα σε καλλιεργητικές πρακτικές (Holland, 2004), όπως η χρήση φυτοφαρμάκων που μειώνει την αφθονία του πληθυσμού τους, αλλά και στις απρόβλεπτες βροχοπτώσεις κατά την περίοδο αυτή, καθώς είναι γνωστό ότι έχουν επίδραση στη δυναμική των πληθυσμών των Ορθόπτρων και ιδιαίτερα των Acrididae (Mihoub *et al.*, 2010). Το αυτό γεγονός θα μπορούσε να αιτιολογήσει τη χαμηλότερη αφθονία Ορθόπτρων που καταγράφηκε κατά τη 2η δειγματοληψία. Παράλληλα, όσο αφορά τη διατροφή του Kirkινεζιού στον κάμπο της Θεσσαλίας, σύμφωνα με την Μακρή (2015) φαίνεται πως ο πληθυσμός Kirkινεζιών κυρίως κατά την κύρια αναπαραγωγική φάση εξειδικεύεται στο σύνολό του στα Ορθόπτερα. Αυτό, αναδεικνύει το σιτάρι προτιμώμενο ενδιαίτημα τροφοληψίας εξαιτίας της σχετικής του αφθονίας σε Ορθόπτερα.

Μετά την αναπαραγωγική περίοδο

Παρατηρείται μια μικρή μείωση στον συνολικό αριθμό ατόμων που συνελήφθησαν από τις παγίδες παρεμβολής. Εξίσου μικρή μείωση παρατηρήθηκε στην αφθονία των Κολεοπτέρων, αλλά και σε αυτή των Ορθοπτέρων που καταμετρήθηκαν στα line transects. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην καλλιεργητική πρακτική του θερισμού κατά την οποία ένας αριθμός ατόμων πιθανόν θανατώθηκε. Παρόλα αυτά, η διατήρηση της καλαμιάς μέσα στο χωράφι αυξάνει την οργανική ύλη, και κατ' επέκταση διατηρεί τον πληθυσμό των εδαφόβιων αρθροπόδων. Σύμφωνα με την Μακρή (2015), τα Ορθόπτερα υπερέχουν αριθμητικά στα εμέσματα της περιόδου μετά την αναπαραγωγή, την εποχή εγκατάλειψης των φωλιών από τα νεαρά πουλιά και πριν τη φθινοπωρινή μετανάστευσή τους στην Αφρική.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η διαθεσιμότητα τροφής είναι ίσως ο πιο καθοριστικός παράγοντας ελέγχου για κάθε πληθυσμό πουλιών και η έρευνα επί της διατροφής ενός μειούμενου είδους, όπως το Κιρκινέζι, είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση και προστασία του (Korij, 2002). Απαιτείται κατάλληλη διαχείριση του αγροοικοσυστήματος, με στόχο να αποφευχθούν δυσχέρειες στην απόκτηση τροφικών πόρων από το είδος στη διάρκεια της αναπαραγωγής του (Franco and Sutherland, 2004a), γιατί όπως αναφέρθηκε, η έλλειψη τροφής σε οποιαδήποτε φάση της αναπαραγωγικής περιόδου μπορεί να αποβεί επιζήμια στην τελική αναπαραγωγική επιτυχία του είδους. Λαμβάνοντας αυτά υπόψη, θα ήταν ιδιαίτερα σημαντικό να γνωρίζουμε στοιχεία για την αφθονία και διαθεσιμότητα τροφής γύρω από τις αποικίες, σε κάθε φάση της περιόδου αναπαραγωγής του Κιρκινεζιού. Η παρούσα μελέτη είχε ως αντικείμενο την εκτίμηση της αφθονίας τροφής για το Κιρκινέζι στην καλλιέργεια των σιτηρών κατά τις τρεις αναπαραγωγικές περιόδους του είδους, και κατά πόσο αυτό το ενδιαίτημα θα μπορούσε να είναι κατάλληλο για τροφοληψία στην κύρια φάση της αναπαραγωγής.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αφθονίας της εδαφοπανίδας (με χρήση pitfall traps) και πανίδας Ορθοπτέρων (με χρήση line transects) στην καλλιέργεια των σιτηρών οδηγούν στο συμπέρασμα ότι αυτό το εντατικώς διαχειριζόμενο ενδιαίτημα σε γενικές γραμμές προσφέρει επαρκή αποθέματα για τροφοληψία από το Κιρκινέζι. Επιπλέον, η συγκεκριμένη δομή της καλλιέργειας (χαμηλή πυκνότητα και το ύψος) ενισχύει την πιθανότητα εύρεσης της λείας, ακόμα και μετά τον θερισμό, καθώς η μείωση της εδαφοκάλυψης είναι πιθανό να αποκαλύπτει την κρυμμένη λεία στο θηρευτή και να διευκολύνει την πραγματοποίηση ελιγμών θήρευσης στο πουλί. Κατά την πλήρη ανάπτυξή του το σιτάρι φάνηκε ότι συντηρεί σχετικά αυξημένη αφθονία Ορθοπτέρων και εδοφόβιων Κολεοπτέρων.

Με βάση το στόχο για διατήρηση και αύξηση του πληθυσμού του Κιρκινεζιού η καλλιέργεια των σιτηρών φαίνεται να καλύπτει με σχετική επάρκεια τις διατροφικές ανάγκες του Κιρκινεζιού. Η ηπιότερη χρήση όμως αγροχημικών και η διατήρηση ακαλλιέργητων περιθωρίων περιμετρικά των χωραφιών και αθέριστων λωρίδων στο εσωτερικό τους, αποτελούν τρόπους εμπλουτισμού της αφθονίας Αρθροπόδων και άρα της διαθέσιμης λείας για το Κιρκινέζι. Η αύξηση της διαθέσιμης τροφής γύρω

από τις αναπαραγωγικές αποικίες μέσω διαχειριστικών μέτρων αποδεδειγμένα συμβάλλει στην αύξηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας του είδους (Hiraldo *et al.*, 1996).

Τέλος, η καλύτερη στρατηγική προστασίας του Κιρκινεζιού, είναι η διατήρηση της ετερογένειας του αγροτικού τοπίου, στο οποίο θα συνυπάρχουν διαφορετικές μορφές γεωργίας, μαζί με ακαλλιέργητες νησίδες γύρω από τις αναπαραγωγικές αποικίες του. Έτσι, προωθείται η αύξηση της αφθονίας και της ποικιλότητας της πανίδας Αρθροπόδων των αγροοικοσυστημάτων και αυτή με τη σειρά της ενισχύει τους τροφικούς πόρους του Κιρκινεζιού και διασφαλίζει την επιβίωσή του. Παράλληλα, το αρπακτικό αυτό συμβιώνει με τον άνθρωπο και προσφέρει στον αγρότη έλεγχο των επιβλαβών για τις καλλιέργειες εντόμων, όπως σε περίπτωση υπερπληθυσμού Ορθοπτέρων, με φυσικό και αειφορικό τρόπο.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη

- Alcaide, M. et al., 2005. Extra-pair paternity in the Lesser Kestrel *Falco naumanni*: a re-evaluation using microsatellite markers. *Ibis*, 147, pp. 608-611.
- Alexakis, D., Astaras, T., Sarris, A., Vouzaxakis, K. and Karimali, L. (2008). Reconstructing the Neolithic landscape of Thessaly through a GIS and geological approach. In: *Layers of Perception. Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA)*. (eds. A. Posluschny, K. Lambers and I. Herzog) pp. 405-410. Berlin, Germany.
- Altieri, M.A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31.
- Andersen, A. and Eltun, R. 2000. Long-term developments in the carabid and staphylinid (Col., Carabidae and Staphylinidae) fauna during conversion from conventional to biological farming. *Journal of Applied Entomology* 124: 51-56.
- Aparicio, J. & Bonal, R., 2002. Effects of food supplement and habitat selection on timing of Lesser Kestrel breeding. *Ecology*, Volume 83, pp. 873-877.
- Aparicio, J., Bonal, R. & Munoz, A., 2007. Experimental test on public information use in the colonial Lesser Kestrel. *Ecology and Evolution*, Volume 21,
- Ausden, M. & Drake, M., 2006. Invertebrates. In: *Ecological census techniques: a handbook*. s.l.:Cambridge University Press, pp. 214-249.
- Badih A, Hidalgo J, Ballesta M, Ruano F, Tinaut A (1997) Distribution and phenology of a community of Orthoptera (Insecta) in a dune ecosystem of the southeastern Iberian Peninsula. *Zool Baetica* 8:31-42
- Baguette and Hance, 1997 M. Baguette, Th. Hance Carabid beetles and agricultural practices: influence of soil ploughing *Biological Agric. Horticulture*, 15 (1-4) (1997), pp. 185-190
- Bestelmeyer, B. T., Agosti, D., Alonso, L. E., Brandão, C. R. F., Brown, W. L., Jr., Delabie, J. H. C. and Silvestre, R. 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ants. In: Majer, J.D., Alonso, L.E., Schultz, T.R. and Agosti, D. (eds) *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*, Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington D.C., USA. pp. 122-144.

- Biaggini, M. et al., 2007. The taxonomic level order as a possible tool for rapid assessment of Arthropod diversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 122, p. 183–191.
- Biber J. 1990. Action plan for the conservation of western lesser kestrel *Falco naumanni* populations. ICBP Study Report No. 41. Cambridge (UK): ICBP.
- BirdLife International. 2012. Species factsheet: *Falco naumanni*; [cited 2012 Sep 23] Available from: <http://www.birdlife.org>
- Bousbouras, D. (2006) “Populations, colonies and foraging sites of lesser kestrels (*Falco naumanni*) in the Thessalian plain: Delineation proposals for Special Protected Areas”. Book of Abstracts of the 10th International Congress on the Zoogeography and Ecology of Greece and Adjacent Regions, p. 18.
- Bousbouras, D. (2009) “Lesser Kestrel (*Falco naumanni*)” in Legakis, A. & Maragkou, P. (eds) *The Red data book of Threatened Vertebrates of Greece*. Athens: Hellenic Zoological Society.
- Burel, F. et al., 1998. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecologica*, 19(1), pp. 47-60.
- Burel, F.J., A. Baudry, P. Butet, Y. Clergeau, D.L. Delettre, D.L. Coeur, F. Dubs, N. Morvan, G. Paillat, S. Petit, C. Thenail, E. Brunel and J. Lefeuvre. 1998. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecologica*, 19: 47-60.
- Bustamante, J. & Negro, J., 1994. The post-fledging dependence period of the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in Southwestern Spain. *Journal of Raptor Research*, 28(3), pp. 158-163.
- Bustamante, J., 1997. Predictive models for Lesser Kestrel *Falco naumanni* distribution, abundance and extinction in southern Spain. *Biological Conservation*, Volume 80, pp. 153-160.
- Caputo, R., Bravard, J. P. and Helly, B. (1994). The Pliocene-Quaternary Tecto-Sedimentary Evolution of the Larissa Plain (Eastern Thessaly, Greece). *Geodinamica Acta* 7(4): 219-231.
- Carmona D.M. and D.A. Landis, 1999. Influence of Refuge Habitats and Cover Crops on Seasonal Activity-Density of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Field Crops. *Environmental Entomology*, 28: 1145-1153.
- Catry, I. et al., 2011. Individual variation in migratory movements and winter behaviour of Iberian Lesser Kestrels *Falco naumanni* revealed by geolocators. *Ibis*, Volume 153, p. 154–164.

- Catry, I., Franco, A. & Sutherland, W., 2012b. Landscape and weather determinants of prey availability: implications for the Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Ibis*, Volume 154, p. 111–123.
- Chamoglou, M., Papadimitriou, T. and Kagalou, I. (2014). Key-descriptors for the functioning of a Mediterranean reservoir: the case of the new Lake Karla - Greece. *Environmental Processes* 1: 127-135.
- Cheli, G. H., and Corley, J. C. 2010. Efficient sampling of ground-dwelling arthropods using pitfall traps in arid steppes. *Neotropical Entomology*, 39(6): 912–917.
- Chinery, M. 2000. *Collins guide to the insects of Britain and Western Europe*. Harper Collins Publishers, London.
- Coombes, D.S. and N.W. Sotherton. 1986. The dispersal and distribution of polyphagous predatory Coleoptera in cereals. *Ann. Appl. Biol.*, 108: 461–474.
- De Frutos, A., Olea, P., Mateo-Tomás, P. & Purroy, F. J., 2010. The role of fallow in habitat use by the Lesser Kestrel during the post-fledging period: inferring potential conservation implications from the abolition of obligatory set-aside. *European Journal of Wildlife Research*, Volume 56, p. 503–511.
- De Wysiecki, M., Arturi, M., Torrusio, S. & Cigliano, M., 2011. Influence of weather variables and plant communities on grasshopper density in the Southern Pampas, Argentina. *Journal of Insect Science*, 11(109), pp. 1-14.
- Díaz S., J. Fargione, F.S.Chapin III and D. Tilman. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*, Vol.1, Millennium Ecosystem Assessment, Island Press.
- Diercks, R. 1986. *Alternativen im Landbau*. Ulmer Verlag, Stuttgart, pp 1- 379.
- Donald, P.F., R.E. Green and M.F. Heath. 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc. Roy. Soc. Lond. B*, 268: 25–29.
- Donalds, P.F., Pisano, G., Rayment, M.D. and Pain, D.J. (2002). The common agricultural policy, EU enlargement and the conservation of Europe's farmland birds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 2001: 1-16.
- Donazar, J., Negro, J. & Hiraldo, F., 1992. Functional analysis of mate-feeding in the Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Ornis Scandinavica*, Volume 23, pp. 190-194.

- Donazar, J., Negro, J. & Hiraldo, F., 1993. Foraging habitat selection, land-use changes and population decline in the Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Journal of Applied Ecology*, Volume 30, pp. 515-522.
- Donnelly, D., and Gilmore, J. H. 1985. Community structure of epigeic ants (Hymenoptera: Formicidae) in fynbos vegetation in the Jonkershoek Valley. *Journal of the Entomological Society of South Africa*, 48: 247-257.
- Duelli, P. & Obrist, M. K., 2003. Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology*, Volume 4, p. 129-138.
- Duelli, P. and M.K. Obrist. 2003. Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agr. Eco. Env.* 98: 87-98.
- Duelli, P., Obrist, M.K. and Schmatz, D.R. 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture Ecosystems and Environment* 74:33-64.
- Dufrêne, M., M. Baguette, K. Desender and J.P. Maelfait. 1990. Evaluation of carabids as bioindicators: a case study in Belgium. In: Stork N.G. (ed) *The Role of Ground Beetles in Ecological and Environmental Studies*, pp. 377-381.
- Ehrlich, P.R. and E.O. Wilson. 1991. Biodiversity studies: science and policy. *Science*, 253: 758-762.
- Farina, A. 1989. Bird Community Patterns in Mediterranean Farmlands: A Comment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 27: 177-181.
- Fernandez, J., 2000. Dispersion premigratoria del cernicalo primilla *Falco naumanni* en Espana. *Ardeola*, 47(2), pp. 197-202.
- Foley, J. A. et al., 2005. Global consequences of land use. *Science*, Volume 309,
- Franco, A., Catry, I., Sutherland, W. & Palmeirim, J., 2004b. Do different habitat preference survey methods produce the same conservation recommendations for Lesser Kestrels?. *Animal Conservation*, Volume 7, p. 291-300.
- Freitag, R. 1979. Carabid beetles and pollution, In: Erwin T.L., G.E. Ball, D.R. Whitehead and A.L. Halpern, (eds): *Carabid Beetles: Their Evolution, Natural History, and Classification*. Junk, pp. 507-521
- Garcia, J. T. et al., 2006. Foraging activity and use of space by Lesser Kestrel *Falco naumanni* in relation to agrarian management in central Spain. *Bird Conservation International*, Volume 16, p. 83-95.

- Gardi C., M. Tomaselli, V. Parisi, A. Petraglia and C. Santini, 2002. Soil quality indicators and biodiversity in northern Italian permanent grasslands. *European Journal of Soil Biology*, 38: 103–110.
- Gardiner, T., Hill, J. & Chesmore, D., 2005. Review of the methods frequently used to estimate the abundance of Orthoptera in grassland ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, 9(3), pp. 151-173.
- Gaston, K.J. and J.I. Spicer. 2004. *Biodiversity: An introduction*, Blackwell Publishing. 2nd Ed.
- Greenslade, P. and Greenslade, P. J. M. 1971. The use of baits and preservatives in pitfall traps. *Australian Journal of Entomology*, 10(4): 253–260.
- Greenslade, P. J. M. 1964. Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *Journal of Animal Ecology*, 33: 301–310.
- Greenwood, J. J. & Robinson, R. A., 2006. General census methods. In: *Ecological Census Techniques: a handbook*. s.l.:Cambridge University Press, pp. 87-185.
- Greze A.A., T. Zaviezo and S. Reyes, 2004. Short-term effects of habitat fragmentation on the abundance and species richness of beetles in experimental alfalfa microlandscapes. *Revista Chilena De Historia Natural*, 77: 547-548.
- Gustin, M. et al., 2014. Detected foraging strategies and consequent conservation policies of the Lesser Kestrel *Falco naumanni* in Southern Italy. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 4(4), pp. 148-161.
- Haines-Young, R., 2009. Land use and biodiversity relationships. *Land Use Policy*, Volume 26S, p. S178–S186.
- Hallmann, B. 1995. Lesser Kestrel survey of Thessaly. Report to HOS, RSPB and BirdLife International
- Handrinos, G. & Akriotis, T. (1997) *The Birds of Greece*. London: A & C Black.
- Harde, K.W. 1984. *Beetles*. Octopus books, England, pp 334.
- Henckel, L. et al., 2015. Organic fields sustain weed metacommunity dynamics in farmland landscapes. *Proceedings Royal Society B*, Volume 282, pp. 1-9.
- Herzon, I. & O'Hara, R., 2007. Effects of landscape complexity on farmland birds in the Baltic States. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 118, p. 297–306.

- Hiraldo, F., Negro, J., Donazar, J. & Gaona, P., 1996. A demographic model for a population of the endangered Lesser Kestrel in southern Spain. *Journal of Applied Ecology*, Volume 33, pp. 1085-1093.
- Holland J.M., 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 103: 1–25.
- Honek, A., Martinkova, Z. and Jarosik, V. 2003. Ground beetles (Carabidae) as seed predators. *European Journal of Entomology* 100: 531-544.
- Huusela-Veistola, E. 1996. Effects of pesticide use and cultivation techniques on ground beetles (Col., Carabidae) in cereal fields. *Annales Zoologici Fennici*, 33: 197–205.
- Idinger J., Kromp B. & Steinberger K.H. (1996) Ground photoeclector evaluation of the numbers of carabid beetles and spiders found in and around cereal fields treated with either inorganic or compost fertilizers. *Acta Jutlandica*, 71, 255-267
- Iñigo, A. and Barov, B. (2010) Action plan for the lesser kestrel *Falco naumanni* in the European Union, SEO|BirdLife and BirdLife International for the European Commission, p. 55. Διαθέσιμο στο: http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/wildbirds/action_plans/docs/falco_naumanni.pdf
- Isern-Vallverdu, J., Pedrocchi-Renault, C. & Voisin, L.- F., 1993. A comparison of methods for estimating density of Grasshoppers (Insecta:Orthoptera) on alpine pasturelands. *Revue d'écologie alpine*, Volume 2, pp. 73-80.
- Isselstein, J., G. Stippich and W. Wahmhoff. 1991. Umweltwirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau - Eine Übersicht *Ber. Landw.*, 69: 379-413.
- James, F.C. 1971. Ordination of habitat relationships among breeding birds. *Wilson Bul.*, 83: 215-236.
- James, F.C. and N.O. Wamer. 1982. Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology*, 63: 159-171.
- Kopij, G., 2002. Food of the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in its winter quarters in South Africa. *Journal of Raptor Research*, 36(2), pp. 148-152.
- Körner, H. 1990. Der Einfluß der Pflanzenschutzmittel auf die Faunenvielfalt der Agrarlandschaft (unter besonderer Berücksichtigung der Gliederfüßler der Gliederfüßler auf der Oberfläche der Felder). *Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch* 67: 375-496.

- Kromp, B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture Ecosystem and Environment* 74: 187-228.
- Krooss, S. and M. Schaefer. 1998. The effect of different farming systems on epigeic arthropods: a five-year study on the rove beetle fauna (Coleoptera: Staphylinidae) of winter wheat. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 69: 121-133.
- Kuria, S.K., Villet, M.H., Palmer, T.M. and Stanton, M.L. 2010. A comparison of two sampling methods for surveying mammalian herbivore impacts on beetle communities in the canopy of *Acacia drepanolobium* in Kenya. *African Entomology* 18: 87–98.
- Larochelle, A. 1990. The food of carabid beetles. *Faberies Supplement*, 5: 1–132.
- Larsen, K. J., F.F. Purrington, S.R. Brewer and D.H. Taylor. 1996. Influence of sewage sludge and fertilizer on the ground beetle (Coleoptera: Carabidae) fauna of an old-field community. *Environmental Entomology*, 25: 452–459.
- Larsen, K., Work, T. and Purrington, F. 2003. Habitat use patterns by ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of northeastern Iowa. *Pedobiologia* 47:288-299.
- Lloyd, M. and R.J. Ghelardi. 1964. A table for calculating the “equitability” component of species diversity. *J. Anim. Ecol.*, 33: 217-255. In: Magurran A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurements*, Princeton University Press.
- Lovejoy, T.E. 1995. The quantification of biodiversity: an esoteric quest or a vital component of sustainable development? In: Hawksworth D.L. (ed.): *Biodiversity: Measurement and Estimation*. Chapman & Hall, London, pp.81–87.
- Luff, M. 1989. Biology of polyphagous ground beetles in agriculture. In: Russell, G. and Andover, E. (Eds.), *Biology and Population Dynamics of Invertebrate Crop Pests*. Intercept Ltd., UK, pp 209-250.
- MacArthur, R.H. and J.W. MacArthur. 1961. On birds species diversity. *Ecology*, 42: 594-598.
- Magurran A.E., 1988. *Ecological diversity and its measurements*. Princeton University Press.
- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acad. Arts Sci.*, 44: 211-235.

- Marshall, E. & Moonen, A., 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 89, p. 5–21.
- Maudsley, M. J., 2000. A review of the ecology and conservation of hedgerow invertebrates in Britain. *Journal of Environmental Management*, Volume 60, p. 65–76.
- McLaughlin, A. & Mineau, P., 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 55, pp. 201–212.
- Menalled, F. D., Smith, R. G., Dauer, J. T. & Fox, T. B., 2007. Impact of agricultural management on carabid communities and weed seed predation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 118, p. 49–54.
- Mihoub J.B., O. Gimenez, P. Pilard and F. Sarrazin, 2010. Challenging conservation of migratory species: Sahelian rainfalls drive first-year survival of the vulnerable Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Biological Conservation*, 143: 839–847.
- Nagy, A., Solymos, P. & Racz, I., 2007. A test on the effectiveness and selectivity of three sampling methods frequently used in orthopterological field studies. *Entomologica Fennica*, Volume 18, pp. 149–159.
- Negro, J. et al., 1996. DNA fingerprinting reveals a low incidence of extra-pair fertilizations in the Lesser Kestrel. *Animal Behaviour*, Volume 51, p. 935–943.
- Negro, J., 1997a. *Falco naumanni* Lesser Kestrel. *Journal of birds of the Western Palearctic*, 1(1), pp. 49–56.
- Niemelä, J., Spence, J. R. and Spence, D. H. 1992. Habitat associations and seasonal activity of ground beetles (Coleoptera) in central Alberta. *The Canadian Entomologist*, 124: 521–540.
- Nur, N., S.L. Jones and G.R Geupel. 1999. A statistical guide to data analysis of avian monitoring programs. U. S Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, BTP-R6001-1999, Washington, D.C.
- Olea, P., 2001. Postfledging dispersal in the endangered Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Bird Study*, Volume 48, p. 110–115.
- Olea, P., Vera, R., De Frutos, A. & Robles, H., 2004. Premigratory communal roosts of the Lesser Kestrel in the boreal summer. *Journal of Raptor Research*, 38(3), pp. 278–282.

p. 783–800.

- P. E. Odum, “Fundamental of Ecology. Terjemahan oleh T. Samingan; Dasar-Dasar Ekologi,” UGM-Press, Yogyakarta, 697 h., 1996.
- Packham, J.R., D.J.L. Harding, G.M. Hilton and R.A. Stuttard. 1992. Functional Ecology of Woodlands and Forests. Chapman & Hall, London.
- Parr S., P. Collitt, S. Silk, J. Wilbraham, N.P. Williams and M. Yazar, 1995. A baseline survey of Lesser Kestrels *Falco naumanni* in central Turkey. *Biological Conservation*, 72: 45-53.
- Parr, S., Naveso, M. & Yazar, M., 1997. Habitat and potential prey surrounding Lesser Kestrel *Falco naumanni* colonies in central Turkey. *Biological Conservation*, Volume 79, pp. 309-312.
- Perez-Granados, C., 2010. Diet of adult Lesser Kestrels *Falco naumanni* during the breeding season in central Spain. *Ardeola*, 57(2), pp. 443-448.
- Petrakis, P.V., Spanos, K. and Feest, A. 2011. Insect biodiversity reduction of pinewoods in southern Greece caused by the pine scale (*Marchalina hellenica*). *Forest Systems* 20: 27-41.
- Phillips, I. D. and Cobb, T. P. 2005. Effects of habitat structure and lid transparency on pitfall catches. *Environmental Entomology*, 34: 875–882.
- Pielou, E.C. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley, New York.
- Pietersen D.W. and C.T Symes, 2010. Assessing the diet of Amur Falcon *Falco amurensis* and Lesser Kestrel *Falco naumanni* using stomach content analysis. *Ostrich: Journal of African Ornithology*, 81: 39–44.
- Pimbert, M. (1999). *Sustaining the multiple functions of agricultural biodiversity*. International Institute for Environment and Development.
- Pimm, S.L. 1991. *The balance of nature? Ecological issues in the conservation of species and communities*. University of Chicago Press, Chicago, 433p.
- Potts, G. and G.P. Vickerman. 1974. Studies on the cereal ecosystem. In: MacFadyen A. (ed.): *Advances in Ecological Research*, 8: 107-197.
- pp. 201-212.
- pp. 570-574.
- Prasad, R.P. and Snyder, W.E. 2006. Polyphagy complicates conservation biological control that targets generalist predators. *Journal of Applied Ecology* 43: 343-352.

- Purtauf, T., Dauber, J. and Wolters, V. 2005. The response of carabids to landscape simplification differs between trophic groups. *Oecologia* 142: 458-464.
- Ribeiro E.F., 2007. Seasonal variation in foraging habitat preferences in Lesser Kestrel *Falco naumanni*. Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro.
- Richards, O.W. and Davies, R.G. 1977. Imm's general textbook of entomology, 10th ed. Chapman and Hall Publisher, London, pp 1-418.
- Rodriguez, A., Negro, J., Bustamante, J. & Antolin, J., 2013. Establishing a Lesser Kestrel colony in an urban environment for research purposes. *Journal of Raptor Research*, 47(2), p. 214–218.
- Rodriguez, A., Negro, J., Bustamante, J. & Antolin, J., 2013. Establishing a Lesser Kestrel colony in an urban environment for research purposes. *Journal of Raptor Research*, 47(2), p. 214–218.
- Rodriguez, C. & Bustanante, J., 2003. The effect of weather on lesser kestrel breeding success: can climate change explain historical population declines?. *Journal of Animal Ecology*, Volume 72, p. 793–810.
- Rodriguez, C. & Wiegand, K., 2009. Evaluating the trade-off between machinery efficiency and loss of biodiversity-friendly habitats in arable landscapes: The role of field size. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 129, p. 361–366.
- Rodriguez, C., Tapia, L., Kieny, F. & Bustamante, J., 2010. Temporal changes in Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) diet during the breeding season in southern Spain. *Journal of Raptor Research*, 44(2), pp. 120-128.
- Rooney, T.P. and Waller, D.M. 2003. Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 181:165–176.
- Roussopoulos, Y. and Pergantis, P. (1994) "The decline of the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in Aitolia, Western Greece". *Biologia Gallo-hellenica* 22(?), p. 161-170.
- Roy, P.S., H. Padalia, N. Chauhan and M.C. Porwal. 2004. *Current Science*, 88 (5): 799-806.
- Samways, M. J. 1983. Community structure of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a series of habitats associated with cities. *Journal of Applied Ecology*, 20: 833–847.
- Schmidt, M. H. et al., 2006. Capture efficiency and preservation attributes of different fluids in pitfall traps. *The Journal of Arachnology*, Volume 34, pp. 159-162.

- Seaby RM, Henderson PA. 2006. Species diversity and richness Version 4.1.2. Lymington(UK): Pisces Conservation Ltd
- Serrano, D. & Tella, J., 2003a. Dispersal within a spatially structured population of Lesser Kestrels: the role of spatial isolation and conspecific attraction. *Journal of Animal Ecology*, Volume 72, p. 400–410.
- Serrano, D., Tella, J., Donazar, J. & Pomarol, M., 2003b. Social and individual features affecting natal dispersal in the colonial Lesser Kestrel. *Ecology*, 84(11), p. 3044–3054.
- Sfougaris, A., Giannakopoulos, A., Alivizatos, C. & Weigelt, C., 2004. Conservation of a raptor in an intensively cultivated agroecosystem: the case of Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in Thessaly plain, central Greece. *Proceedings 10th MEDECOS Conference*, April 25-May 1, 2004, Rhodes, Greece.
- Siegfried, W. & Skead, D., 1971. Status of the Lesser Kestrel in south Africa. *Ostrich*, Τόμος 42, pp. 1-4.
- Skalski T. and N. Pośpiech, 2006. Beetles community structures under different reclamation practices. *European Journal of Soil Biology*, 42: 316-320.
- Skvarla, M. J., Larson, J. L. & Dowling, A. P. G., 2014. Pitfalls and preservatives: a review. *Journal of the Entomological Society of Ontario*, Volume 145, pp. 15-43.
- Solow AR. 1993. A simple test for change in community structure. *J Anim Ecol.* 62:191–193. doi:[10.2307/5493](https://doi.org/10.2307/5493)
- Southwood, T. R. and Henderson, P. A. 2000. *Ecological Methods*, third edition. Blackwell Science Ltd., University Press, Cambridge, Great Britain. 575 pp.
- Speight, M.R., Hunter, M.D. and Watt, A.D. 2008. *Ecology of Insects: Concepts and Applications*. Wiley- Blackwell, Oxford, pp 1-628.
- Sponsel, L. E., 2001. Human impact on biodiversity, overview. *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 3, pp. 395-409.
- Stirling, G. and Wilsey, B. 2001. Empirical Relationships between Species Richness, Evenness, and Proportional Diversity. *The American Naturalist* 158: 286–299.
- Swift, M.J., Izac, A.-M.N. and van Noordwijk, M. (2004). Biodiversity and Ecosystem services in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 113-134.
- Tella, J. & Forero, M., 2000a. Farmland habitat selection of wintering Lesser Kestrels in a Spanish pseudosteppe: implications for conservation strategies. *Biodiversity and Conservation*, Volume 9, p. 433–441.

- Tella, J., Donazar, J. & Hiraldo, F., 1996a. Variable expression of sexually mosaic plumage in female Lesser Kestrels. *The Condor*, Volume 98, pp. 643-644.
- Tella, J., Donazar, J., Negro, J. & Hiraldo, F., 1996b. Seasonal and interannual variations in the sex-ratio of Lesser Kestrel *Falco naumanni* broods. *Ibis*, Volume 138, pp. 342-345.
- Tella, J., Forero, M., Hiraldo, F. & Donazar, J., 1998. Conflicts between Lesser Kestrel conservation and european agricultural policies as identified by habitat use analyses. *Conservation Biology*, 12(3), pp. 593-604.
- Tella, J., Hiraldo, F., Donazar-Sancho, J. & Negro, J., 1996c. Costs and benefits of urban nesting in the Lesser Kestrel.. In: *Raptors in Human Landscapes: Adaptation to Built and Cultivated Environments*. s.l.:Academic Press Ltd., pp. 53-60.
- Thiele, H.U. 1977. *Carabid Beetles In Their Environments*. Springer-Verlag, New York.
- Thomas, C. & Marshall, E., 1999. Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 72, pp. 131-144.
- Törmälä, T. 1982. Evaluation of five methods of sampling field layer arthropods, particularly the leafhopper community, in grassland. *Annales Entomologici Fennici*, 48: 1–16
- Trihas A., Legakis A. (1991). Phenology and patterns of activity of ground Coleoptera in an insular mediterranean ecosystem (Cyclades is., Greece). *Pedobiologia* 35: 327-335.
- Ursúa E., D. Serrano and J.L. Tella, 2005. Does land irrigation actually reduce foraging habitat for breeding lesser kestrels? The role of crop types. *Biological Conservation*, 122: 643–648.
- van Straalen, N.M. and Krivolutsky, D.A. 1996. *Bioindicator Systems for Soil Pollution*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 1-272.
- Vandermeer, J., Lawrence, D., Symstad, A. and Hobbie, S. (2002). Effect of biodiversity on ecosystem functioning in managed ecosystems. In: *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*, Loreau M., Naeem S., Inchausti P. (eds), Oxford University Press.
- Veromann, E., Tarang, T., Kevvai, R., Luik, A. and Williams, I. 2006. Insect pests and their natural enemies on spring oilseed rape in Estonia: impact of cropping systems. *Agricultural and Food Science* 15: 61-72.

- Vlachos C.G., D.E. Bakaloudis, K. Kitikidou, V. Goutner, V. Bontzorlos, M.A. Papakosta and E. Chatzinikos, 2014. Home range and foraging habitat selection by breeding lesser kestrels(*Falco naumanni*) in Greece. *Journal of Natural History*, DOI: 10.1080/00222933.2013.825022.
- Ward, P. & Zahavi, A., 1973. The importance of certain assemblages of birds as "information-centres" for food-finding. *Ibis*, Τόμος 115, pp. 517-534.
- Weeks, R. D. Jr. and McIntyre, N. E. 1997. A comparison of live versus kill pitfall trapping techniques using various killing agents. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 82: 267–273.
- Weibull, A. & Östman, Ö., 2003. Species composition in agroecosystems: The effect of landscape, habitat, and farm management. *Basic and Applied Ecology*, Volume 4, p. 349–361.
- Westberg, D. 1977. Utbarding av fallfallenmetoden vid inventering av falt – och markskiktets lagre fauna. Statens Naturvardsverk, PM 844, VINA Rapp. 5. Stockholm. 72 pp. (English summary)
- Whitcomb, W.H. and K. Bell. 1964. Predaceous insects, spiders, and mites of Arkansas cotton fields. *Arkansas Agricultural Experiment Station Bulletin*, 690: 1–84.
- Woodcock, B. A., 2005. Pitfall trapping in ecological studies. In: *Insect sampling in forest ecosystems*. Oxford: Blackwell Science Ltd, pp. 37-57.
- Woodcock, B.A., Lawson, C.S., Mann, D.J. and McDonald, A.W. 2006. Effects of grazing management on beetle and plant assemblages during the re-creation of a flood-plain meadow.- *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116: 225-234.
- Zalidis, G. C., Takavakoglou, V., Panoras, A., Bilas, G. and Katsavouni, S. (2004). Re-establishing a sustainable wetland at former Lake Karla, Greece, using ramsar restoration guidelines. *Environmental Management* 34(6): 875-886.

Ελληνική

- Αντωνάτος, Σ. 2011. Ποιοτική και Ποσοτική Μελέτη Ορθοπτέρων των Λιβαδιών. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Βερεσόγλου, Δ. 2002. Οικολογία. Εκδόσεις «έλλα», Λάρισα, σελ. 361.
- Βλαχόπουλος, Κ. 2014. «Εκτίμηση των περιοχών τροφοληψίας του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) κατά την αναπαραγωγική περίοδο στο Θεσσαλικό κάμπο με χρήση σύγχρονης τεχνολογίας τηλεμετρίας». Μεταπτυχιακή διατριβή. Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Γραμματικάκη, Μ. 2011. Μελέτη της βιοποικιλότητας σε αγροοικοσυστήματα της δυτικής Ελλάδας και νησιών του ανατολικού Αιγαίου. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Δημητρακόπουλος, Π. (2010). Από τον πλούτο των ειδών στη λειτουργική ποικιλότητα. Το Βήμα, 2/7/2010.
- ΙΕΤΕΘ, 2013. Στρατηγικό σχέδιο για την ανάπτυξη του αγροδιατροφικού τομέα στην Περιφέρεια Θεσσαλίας ενόψει της περιόδου 2014-2020., Βόλος: Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ).
- Κρίκου, Γ. 2014. «Εκτίμηση της αφθονίας τροφής για το κιρκινέζι (*Falco naumanni*) σε καλλιέργειες χειμερινών ψυχανθών και σιτηρών της Θεσσαλίας». Μεταπτυχιακή διατριβή. Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Λιαρίκος, Κ., Μαραγκού, Π., & Παπαγιάννης θ. (επιμ. έκδοσης) 2012. Η Ελλάδα τότε και τώρα: Διαχρονική χαρτογράφηση των καλύψεων γης, 1987-2007. WWF Ελλάς, Αθήνα.
- Μακρή, Μ. 2015. «Εκτίμηση της αφθονίας τροφής για το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*) σε καλλιέργειες βαμβακιού, καλαμποκιού και χέρσα της Θεσσαλίας και ανάλυση των τροφικών του προτιμήσεων». Μεταπτυχιακή διατριβή. Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Νούσιας, Π. 2005. Μελέτη εδαφικής πανίδας σε ελαιώνες σε διαφορετικά συστήματα παραγωγής στην περιοχή Μεσσαρά. Πτυχιακή εργασία ΤΕΙ Κρήτης. σελ. 196.
- Παπακώστα – Τασοπούλου, Δ., 2008. Σιτηρά, χειμερινά-εαρινά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.

- Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011. Επιχειρησιακό Σχέδιο "Καλάθι Θεσσαλικών Προϊόντων", s.l.: s.n.
- Σκριμιζέα Ε.Μ., 2012. Ευνοϊκοί και Περιοριστικοί Παράγοντες για την Αειφόρο Ανάπτυξη του Θεσσαλικού Κάμπου. Ευνοϊκοί και περιοριστικοί παράγοντες του σχεδιασμού με όρους αειφορίας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Σολωμού Α., 2013. Επίδραση της διαχείρισης στην εξέλιξη των οικοσυστημάτων των ελαιώνων. Διδακτορική διατριβή. Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Στάης, Σ. και Μ. Πυροβέτση. 2006. Συγκριτικά στοιχεία για τη σύνθεση της ορνιθοπανίδας σε λιβάδια των περιοχών ειδικής προστασίας (SPAs) Μενοικίου όρους και Χολομώντα. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Ηράκλειο Κρήτης, 1-3 Νοεμβρίου 2006, σελ. 285-293.
- Σφήκας, Α.Γ., 1987. Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, ψυχανθή και χορτοδοτικά φυτά. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, Θεσσαλονίκη.
- Σφήκας, Α.Γ., 1987. Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, ψυχανθή και χορτοδοτικά φυτά. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, Θεσσαλονίκη.
- Τσιαφούλη, Μ. 2007. Εδαφική βιοποικιλότητα σε οργανικά και συμβατικά αγρο-οικοσυστήματα. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.